

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS DOSIS DE ÁCIDO  
GIBERÉLICO EN DIFERENTES ÉPOCAS DE DESARROLLO DE UNA  
PLANTACIÓN RENOVADA DE BANANO (Musa AAA) VARIEDAD  
WILLIAMS EN LA ZONA BANANERA DEL DEPARTAMENTO DEL  
MAGDALENA**

**CINDY DÍAZ PÉREZ  
SYNARA POLO SERRANO**

**Memoria de grado presentada como requisito parcial para optar al título  
de Ingeniero Agrónomo**

**DIRECTOR  
ZEIDER CRUZ VELÁSQUEZ  
ING. AGRÓNOMO.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**2006**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DISTINTAS DOSIS DE ÁCIDO  
GIBERÉLICO EN DIFERENTES ÉPOCAS DE DESARROLLO DE UNA  
PLANTACIÓN RENOVADA DE BANANO (Musa AAA) VARIEDAD  
WILLIAMS EN LA ZONA BANANERA DEL DEPARTAMENTO DEL  
MAGDALENA**

**CINDY DÍAZ PÉREZ  
SYNARA POLO SERRANO**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SANTA MARTA D.T.C.H.  
2006**

Los jurados examinadores de este trabajo de memoria de grado no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Zeider Cruz Velásquez I.A**

---

**Antonio Rodríguez Acosta I.A**  
**Esp. en Frutas Tropicales**

---

**Víctor Macías Villamizar**  
**Lic. Biología y Química**

**Santa Marta, Octubre del 2006**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por darme la fuerza de sostenerme en los momentos mas difíciles durante todo el transcurrir de mi carrera y por brindarme toda la sabiduría para culminar mis estudios profesionales y permitirme llegar a la cumbre de lo propuesto, que será de mucha utilidad en mi vida y para mi familia.

A mis padres Rosendo Díaz y Dalba Pérez, a ellos les debo todo mi cariño y respeto, por su constante esfuerzo y dedicación para sacarme adelante, por ese amor y comprensión que siempre me han dado y por haber estado a mi lado cuando me sentí desfallecer.

A mi hermano Luís Alfonso, quien con su gracia e inocencia me ayudó a terminar esta etapa con alegría.

A mis abuelos, tíos y primos, quienes colaboraron invaluablemente a lo largo de todo este camino.

A mi compañera de tesis y estudios Synara Polo, por su amistad y colaboración incondicional.

A mis compañeros de estudios Javier Mendoza, Glinny Lobo, Alexander Borja y Hirvis Romero, por la colaboración brindada durante el desarrollo de la carrera.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma han llenado mi vida de felicidad.

**CINDY**

## **DEDICATORIA**

Dios te doy gracias porque nunca me abandonaste durante toda esta trayectoria y que día a día aferrada a esa fé en ti como voto de confianza me llevaste a obtener lo que siempre quise ser, una profesional. Gracias señor, por que a partir de hoy puedo defenderme, brindar y compartir este premio con todas las personas que me rodean.

A mis padres Asdúbal Polo y María Serrano, agradezco a ellos por haberme brindado siempre todo su amor y apoyo incondicional, ya que gracias a su inagotable sacrificio y confianza me apoyaron en la culminación de mis estudios. Este triunfo es tanto mío como de ustedes.

A mi hermano Breiner, por su cariño y gran comprensión

A mis abuelos Orlando y Doris

A mis tíos Misael, Néstor, Jorge que de una u otra manera me ayudaron a ser realidad este sueño

En especial a mi tía Graciela, la que ha sido como mi segunda mamá, una persona muy fundamental en mi vida, a ella gracias por su colaboración y apoyo incondicional durante este largo camino y por estar siempre ahí para darme la mano; siempre te recordaré

A Cindy Díaz mi amiga y compañera de tesis le deseo muchos éxitos en esta nueva etapa de su vida; y le agradezco su tan valiosa amistad

A mis amigos Javier Y Alexander por su apoyo, y por estar siempre apoyándome en los buenos y malos momentos y por sus valiosos consejos.

**SYNARA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente trabajo expresan sus más sinceros agradecimientos a las personas y entidades que contribuyeron con su colaboración en la ejecución del presente proyecto de investigación.

**Zeider Cruz Velásquez**, Director memoria de grado.

**Antonio Rodríguez Acosta**, I.A Esp Frutas Tropicales, Jurado de la investigación

**Víctor Macías Villamizar**, Lic. Biología y Química, Jurado de la investigación

**Eliécer Canchano Niebles**, I.A, Asesor de la investigación.

**Donaldo polo, Arturo Serge y Omar Sierra** asistentes y colaboradores de campo en la investigación.

**Valent BioSciences Corporation.**

**Técnicas Baltime de Colombia.**

Trabajadores de campo de finca San Antonio.

**Los autores.**

## CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	23
1. ANTECEDENTES	28
2. MATERIALES Y METODOS	33
2.1. DURACIÒN DE LA INVESTIGACIÒN	33
2.2. DETERMINACIÒN DEL ESPACIO GEOGRÀFICO	33
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÀREA	35
2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUELO	36
2.5. DESCRIPCIÒN DE LAS GIBERELINAS	37
2.6. DESARROLLO DEL ESTUDIO	38
2.6.1. Diseño	38
2.6.1.1 Distribución de los tratamientos	38
2.6.1.2. Estructura	43
2.6.2. Material vegetal	43
2.6.2.1. Contenido nutricional del banano maduro	44
2.6.3. Implementos de campo	45
2.6.3.1. Fase de vivero	45
2.6.3.2. Fase de campo	45
2.6.3.3. Fase de postcosecha	46
2.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	46
2.7.1. Vivero	46



2.7.2.	Preparación del terreno para la siembra	47
2.8.	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	49
2.8.1.	Variables de producción	49
2.8.2.	Parámetros de campo	49
2.8.2.1.	Circunferencia del pseudotallo de la madre a la parición	49
2.8.2.2.	Número de hojas a la cosecha	49
2.8.3	Perfil de la fruta	50
2.8.3.1.	Peso del racimo	50
2.8.3.2.	Número de manos y dedos por racimo	50
2.8.3.3.	Largo y calibración de los dedos	50
2.8.3.4.	Análisis de merma	50
2.8.4.	Trabajo en patio de contenedores	50
2.8.4.1.	Vida verde	50
2.9	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	53
2.9.1.	Pruebas de comparación múltiple	53
3.	RESULTADOS	54
3.1.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA CIRCUNFERENCIA DEL PSEUDOTALLO A LA PARICIÓN (cms)	54
3.2.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE HOJAS A COSECHA	54
3.3.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL PESO DEL RACIMO COSECHADO	59

3.4.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE MANOS POR RACIMO COSECHADO	60
3.5.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE DEDOS POR RACIMO COSECHADO	65
3.6.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA MANO (cm)	67
3.7.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA ÚLTIMA MANO (cm)	68
3.8.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA MANO (grados)	72
3.9.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA ÚLTIMA MANO (grados)	73
3.10.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL ANÁLISIS DE MERMA (porcentaje)	78
3.11.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA VIDA VERDE E LA FRUTA (días)	84
4.	DISCUSIÓN	87
4.1.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA CIRCUNFERENCIA DEL PSEUDOTALLO A LA PARICIÓN (cms)	87
4.2.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE HOJAS A COSECHA	88
4.3.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL PESO DEL RACIMO COSECHADO	88

4.4.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE MANOS Y DEDOS POR RACIMO COSECHADO	89
4.5.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA Y ÚLTIMA MANO (cm)	91
4.6.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA Y ÚLTIMA MANO (grados)	91
4.7.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN EL ANÁLISIS DE MERMA (porcentaje)	93
4.8	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG <sub>3</sub> EN LA VIDA VERDE DE LA FRUTA (días)	94
5	CONCLUSIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	97
	ANEXOS	100

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Localización del ensayo	34
<b>Figura 2.</b> Distribución de los tratamientos en el campo donde se evaluó el efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano ( <i>Musa AAA</i> ) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	42
<b>Figura 3.</b> Evaluación del calibre de los dedos en grados efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano ( <i>Musa AAA</i> ) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	51
<b>Figura 4.</b> Evaluación de la longitud de los dedos en centímetros efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano ( <i>Musa AAA</i> ) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	52

## LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
<b>Gráfico 1.</b> Efecto de los tratamientos con la aplicación de AG <sub>3</sub> en la circunferencia del pseudotallo a la parición (centímetros). Efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	56
<b>Gráfico 2.</b> Número de hojas a cosecha para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	59
<b>Gráfico 3.</b> Peso de racimos a cosecha para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	62
<b>Gráfico 4.</b> Número de manos cosechadas de racimos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	64
<b>Gráfico 5.</b> Número dedos cosechados por racimo para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	67

<b>Gráfico 6.</b> Longitud de la fruta cosechada en segunda mano para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	70
<b>Gráfico 7.</b> Longitud de la fruta cosechada en la última mano efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del Departamento del Magdalena	72
<b>Gráfico 8.</b> Calibre en grados en la segunda mano en racimos cosechados para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	75
<b>Gráfico 9.</b> Calibre en grados en la última mano en racimos cosechados para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	77
<b>Gráfico 10.</b> Análisis de merma efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena	80

**Gráfico 11** Análisis de merma (formación de dedos) efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 82

**Gráfico 12** Análisis de merma (largo de dedos) efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 83

**Gráfico 13.** Análisis de vida verde de la fruta en días efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 86

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Efecto de los tratamientos con la aplicación de AG <sub>3</sub> en la circunferencia del pseudotallo a la parición (centímetros). Efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	55
<b>Tabla 2.</b> Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de hojas por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	58
<b>Tabla 3.</b> Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable peso por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	61
<b>Tabla 4.</b> Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de manos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	63
<b>Tabla 5.</b> Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de dedos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.	66



**Tabla 6.** Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable en longitud en segunda mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena. 69

**Tabla 7.** Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable en longitud en ultima mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena. 71

**Tabla 8** Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable calibre de fruta en última mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 74

**Tabla 9.** Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable calibre de última en ultima mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 76

**Tabla 10.** Análisis de merma efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 79

**Tabla 11** Evaluación de vida verde de la fruta en días, efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena 85

<b>LISTA DE ANEXOS</b>	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Análisis de Varianza para número de hojas a cosecha	101
<b>Anexo B.</b> Análisis de Varianza para peso del racimo cosechado	102
<b>Anexo C.</b> Análisis de Varianza para número de manos por racimo cosechado	103
<b>Anexo D.</b> Análisis de Varianza para número de dedos por racimo	104
<b>Anexo E.</b> Análisis de Varianza para longitud de la fruta cosechada en segunda mano	105
<b>Anexo F.</b> Análisis de Varianza para longitud de la fruta cosechada en la ultima mano	106
<b>Anexo G.</b> Análisis de Varianza para calibre de la fruta cosechada en la segunda mano	107
<b>Anexo H.</b> Análisis de Varianza para calibre de la fruta cosechada en la ultima mano	108
<b>Anexo I.</b> Formato de evaluación de merma de la fruta	109

## **ABSTRACT**

The following investigation was carried out with the purpose of evaluating the effect of the application of different dose of sour giberelic in different times of development of a renovated plantation of banana tree variety Williams. The rehearsal was carried out in the property San Antonio, located in the sector of the Needle, municipality Banana Area of the Magdalena's department, The used design is at random that of blocks, composed by 22 treatments and 4 replicas where each replica consisted of 6 production units. Each combination or treatment had 5 repetitions. The plants were sowed in an area of 3928 meters 2, in simple array. At a distance of 2.08 meters between plant and 3,00 meters among array

The studied variables were production parameters and of field (circumference of the pseudotallo of the mother to the parition, number of leaves to the crop); profile of the fruit (l weigh, number of hands and of fingers for cluster, long and calibration of the fingers), analysis of the reduction and evaluation of green life. The statistical analysis didn't show significant difference in none of the treatments for the studied variables, however, in the extension of green life of the fruit the heady average of days for the analysis is above the pondered average of the Magdalena's Banana Area that is approximately of 30 days,

According to the results obtained in field you could conclude that the application of Sour Giberelic increased all the parameters of quality evaluated in post-crop, to weigh that from the statistical point of view none of the evaluated parameters threw significant difference, but he/she fits to score that from the perspective of the producer in the banana business these values mean earnings in the profitability of the cultivation

## RESUMEN

La siguiente investigación fue realizada con el fin de evaluar el efecto de la aplicación de distintas dosis de Ácido Giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano variedad Williams. El ensayo se realizó en la finca San Antonio, ubicada en el sector de la Aguja, municipio Zona Bananera del departamento del Magdalena.

El diseño utilizado es el de bloques al azar, compuesto por 22 tratamientos y 4 réplicas, en donde cada réplica constó de 6 unidades de producción. Cada combinación o tratamiento tuvo 5 repeticiones. Las plantas se sembraron en un área de 3928 m<sup>2</sup>, en hilera sencilla. A una distancia de 2.08 metros entre planta y 3.00 m entre hilera.

Las variables estudiadas fueron: parámetros de producción y de campo (Circunferencia del pseudotallo de la madre a la parición, número de hojas a la cosecha); perfil de la fruta (peso, número de manos y de dedos por racimo, largo y calibración de los dedos), análisis de la merma y evaluación de vida verde.

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa en ninguno de los tratamientos para las variables estudiadas, sin embargo, en la extensión de

vida verde de la fruta el promedio de días arrojados por el análisis se encuentra por encima del promedio ponderado de la Zona Bananera del Magdalena que es de 30 días aproximadamente.

.

De acuerdo a los resultados obtenidos en campo se pudo concluir que la aplicación de ácido giberélico incrementó todos los parámetros de calidad evaluados en postcosecha, a pesar que desde el punto de vista estadístico ninguno de los parámetros evaluados arrojaron diferencia significativa, pero cabe anotar que desde la perspectiva del productor en el negocio bananero estos valores significan ganancia en la rentabilidad del cultivo.

## INTRODUCCIÓN

El Banano silvestre ha sido usado probablemente por el hombre, desde los comienzos de su existencia y su domesticación empezó al iniciarse el cultivo de las plantas comestibles.

EL primer paso en la evolución del banano comestible fue el origen de la partenocarpia y desaparición de la semilla sexual en *Musa acuminata*. Los bananos mas antiguos fueron linajes diploides de la *Musa acuminata*, como los que aún persisten en gran numero en el sudeste de Asia.

En 1516 se introdujo un clon no identificado en Santo Domingo, siendo esta la primera de muchas introducciones que vendrían con los años. Los clones que primero se identificaron en el mundo fueron el “Silk fig “y el “French Plantain “en los que Linneo basó la clasificación de estas especies, *Musa paradisiaca* y *Musa sapientum*. El “Gros Michel “y el “Dwar cavendish” se introdujeron a principios del siglo XIX, y otros clones fueron llevados a Dominica. (SIERRA, 1993).

Entre las especies de mayor trascendencia económica en el mundo está el banano, siendo la más utilizada en la alimentación humana, ganando cada día espacio en los mercados internacionales y nacionales.

El cultivo de banano es hoy una explotación de gran valor económico y social para Colombia y otros países, evidentemente que el conocimiento de este cultivo genera preocupación en mejorar los sistemas de producción. (GUERRERO, R.1991).

La importancia del cultivo de las musáceas (banano), radica en el hecho de formar parte importante en la dieta de los habitantes de países productores y países importadores, suministrando gran parte de las calorías consumidas por muchas personas en el África, América Central y del Sur, Europa y Este del Asia.(ORTIZ,2000).

La Zona Bananera del Magdalena que representa el 26.82% de la producción de banano a nivel nacional. (AUGURA,2002); centra su rendimiento principalmente sobre variedades del subgrupo Cavendish por su gran importancia en el comercio mundial, su adaptación climática, alta resistencia a los fuertes vientos y una alta productividad haciendo de los clones Valery, Gran Enano y Williams, los mas utilizados y aptos para esta región.(ORTIZ, et al.2001)

La variedad Williams ha logrado grandes adeptos por sus características de cultivo, su alta producción y la calidad del fruto que produce frente a las otras variedades. (SIERRA, 1993).

La utilización del banano como alimento ha venido incrementando su valor económico, lo que implica la necesidad de mejorar sus rendimientos, calidad y



fomentar su rápida multiplicación mediante el desarrollo y transformación de tecnología.

La calidad de la fruta de banano abarca todas las etapas que intervienen en el proceso productivo, el cual se inicia en el campo, desde la preparación del terreno para la siembra, buenas labores culturales, cosecha y entrega a la comercializadora. Si falla el control de campo, los resultados se reflejarán en la empacadora, donde hay procesos propios de control de calidad. El objetivo es la escogencia de la fruta por calidades de acuerdo a las necesidades de los mercados y las normas establecidas por las compañías comercializadoras. (ORTÍZ, C.2000).

La siguiente investigación tuvo como objetivo observar y evaluar el efecto del Ácido Giberélico ( $AG_3$ ), sobre algunas características agronómicas y de productividad en las plantas de banano variedad Williams; bajo las condiciones edafoclimáticas de la Zona Bananera del Magdalena, región de la Aguja.

Se ha demostrado por diferentes investigadores de que el ácido giberélico tiene gran influencia sobre los procesos fisiológicos de las plantas y que puede intervenir en el desarrollo de las mismas. Además, esta sustancia conocida como ( $AG_3$ ), actúa sobre la floración, favorece la partenocarpia y el buen desarrollo del fruto. También se ha observado que las plantas acortan su ciclo vegetativo, por tanto, la producción de fruta se genera en menor tiempo.

Esta investigación tiene su trascendencia en el campo local y nacional debido a que se mejora la fisiología de la planta y la calidad del fruto, el cual en un cultivo que es la base de sustento, económico –social de la Zona Bananera del Magdalena.

Los resultados obtenidos en la presente investigación pueden extrapolarse a otras zonas bananeras, con iguales condiciones, con el fin de mejorar la producción de este cultivo.

En Colombia, esta investigación incrementa el bagaje científico, ya que el efecto del ácido giberélico es muy poco conocido y usado en el cultivo de banano, por tanto, se llena un vacío a nivel científico tanto regional como nacional.

El motivo fundamental de realizar esta investigación es que el uso del ácido giberélico no se conoce ampliamente en el país y por ello no se pone en práctica en plantaciones comerciales de banano. Por otra parte, la necesidad urgente de resolver un problema de calidad de fruta en el banano variedad Williams.

Debido a que el transporte del banano desde las áreas de producción hasta los puertos de exportación y desde estos hasta los países de consumo es un tiempo considerable, se induce que la fruta puede llegar en condiciones de mercadeo no adecuadas, por ello, se requiere de productos químicos u

orgánicos que mejoren la condición de la fruta para hacerla resistente a las condiciones de transporte.

Debido a las excelentes propiedades del ácido giberélico y a la búsqueda de un nivel óptimo en la producción y calidad del cultivo de banano, se estudiaron diferentes dosis de ácido giberélico y épocas de aplicación en la variedad williams.

Las épocas establecidas para la aplicación del ácido giberélico fueron:

- Aplicación de (AG<sub>3</sub>) a las 4 semanas en vivero
- Aplicación de (AG<sub>3</sub>) a las 4 semanas después de siembra
- Aplicación de (AG<sub>3</sub>) a las 8 semanas después de siembra
- Aplicación de (AG<sub>3</sub>) a las 12 semanas después de siembra

Las dosis utilizadas fueron:

- 100 ppm
- 200 ppm
- 300 ppm
- Testigo absoluto.

## 1. ANTECEDENTES

Estudios realizados previamente en el cultivo de banano en la división de investigación de WINBAN (Estación Investigativa de la Asociación de Productores de Banano de las Islas de Barlovento, con sede en Santa Lucía), en el cultivo de banano, demostraron que la aplicación de 200 ug/ml de giberelina ( $A_3$ ) y de 10 ug/ml de giberelina ( $A_4$  y  $A_7$ ), con el fungicida durante el empaque redujo la maduración durante el almacenamiento en ambiente fresco y mejoró el aspecto de la fruta madurada. La diferencia entre las frutas que recibieron el tratamiento con giberelina y las normales fue mayor cuando las frutas habían estado expuestas a la temperatura ambiental por tiempo prolongado antes de ser almacenado en un ambiente fresco. En el último caso, el tratamiento con giberelina tuvo como resultado un mejoramiento notorio en el control de la pudrición de la corona. (CIAT,1977).

El estudio sobre el efecto de ácido giberélico ( $AG_3$ ), en la fenología de la inflorescencia del Palto (Aguacate), (*Persea americana*, Mill.). En el ensayo de Paltos en vivero se probaron tres dosis en cuatro fechas de aplicación más un tratamiento testigo, con 10 repeticiones. En el ensayo con paltos adultos se probaron tres dosis en tres fechas de aplicación, mas un testigo con 10 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos de 100 ppm y 200 ppm en abril

inhiben la floración en plantas de vivero de la variedad Bacon. En la variedad Edranol los tratamientos de 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm en abril y 200 ppm en mayo, inhiben la floración en plantas de vivero. Los ensayos de hormonas son bastantes erráticos por la cantidad de variables, tanto externas como internas, que incluyen sobre aplicaciones; por lo tanto este ensayo, requiere varios años de prueba. (CHALHUB, R.1998).

Se evaluó el efecto del ácido giberélico ( $AG_3$ ), sobre el crecimiento de hijos de sucesión de banano con presencia de sofocamiento foliar (arrepollamiento) y sobre el peso del racimo en plantas sin inhibiciones fisiológicas en el crecimiento. Se recorrió un área aproximadamente de tres hectáreas seleccionando y marcando hijos de sucesión (arrepolladas), pertenecientes a la variedad Gran Enano. Se seleccionaron 60 plantas de un mismo tamaño (1 m). A 30 de ellas, mediante una bomba manual se les asperjó sobre el follaje (haz y envés) una solución acuosa de ácido giberélico sin surfactante. Se establecieron 4 tratamientos: 0-100-300-500 mg/l ( $AG_3$ ). Se realizó una sola aplicación y cada 15 días durante un periodo de 2 meses se realizaron evaluaciones de altura, grosor del pseudotallo, número de hojas y dimensión foliar (largo y ancho). El diseño utilizado fue irrestricto al azar y como fuente de giberelina se utilizó el producto comercial Progibb (Abbott Lab). A los 15 días de realizado el tratamiento, la dimensión foliar de la hoja emitida presentó características diferentes en comparación con las hojas presentes al momento

de aplicar la fitohormona y con las hojas de las plantas no tratadas. La morfología lanceolada típica de los limbos de plantas arrepolladas desapareció, las plantas respondieron rápidamente a la aplicación de giberelina. Igualmente se observó que la aplicación del ácido giberélico induce a una mejoría en el peso del racimo, con una ganancia de 1.4 Kg. en promedio, si se compara con el tratamiento testigo; esta ganancia de peso podría explicar el aumento en un 10% en el ratio. Los resultados indican que la aplicación de (AG<sub>3</sub>), en el tiempo y en la concentración adecuada podría ser una vía factible para aumentar la calidad y los rendimientos. (CORBANA,1998).

Para evaluar el efecto del regulador de crecimiento activo (ácido giberélico), sobre el cultivo del arroz, Oriza sativa L. Se realizó este estudio en un lote de la variedad Araure 4 en el estado Portuguesa en Venezuela. El diseño experimental consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos basados en la cantidad del ingrediente activo utilizado (T1 = 0 g/ha; T2 = 2 g/ha; T3 = 3 g/ha; T4 = 4 g/ha; T5 = 5g/ha; T6 = 6 g/ha), asperjándose un área de 30 m<sup>2</sup> por tratamiento, cosechándose solo 15 m<sup>2</sup> ; la aplicación del producto fue cuando el cultivo se encontraba con 5 a 20% de emergencia de panículas, empleando una asperjadora manual tipo Gloria de flujo constante (100 lt/ha). Las variables evaluadas fueron: rendimiento (kg/ha),

número de panículas por m<sup>2</sup>, número de grano por panícula, porcentaje de esterilidad y peso de 1.000 granos, longitud de la panícula, excursión de panícula, peso específico de los granos, porcentaje de los granos enteros, porcentaje de panza blanca y porcentaje de grano yesoso. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y a las variables que mostraron diferencia estadística les fue aplicada la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%. Los resultados mostraron que los tratamientos con ácido giberélico presentaron mayor rendimiento que el testigo, además incrementar el peso de 1.000 granos, excursión de panículas y longitud de panículas. La dosis de ingrediente activo de 5 g/ha mostró el mayor rendimiento tanto en la época de verano como de lluvias, con valores de 7.065.9 kg/ha y 6.947.5 kg/ha respectivamente. El testigo presentó el menor rendimiento tanto en la época de verano como en la época de lluvias, con un promedio de 6.505.2 kg/ha y 6.350 kg/ha respectivamente. La calidad molinera no fue afectada por la aplicación de ácido giberélico. (ORTÍZ, A.2002).

El efecto del ácido giberélico sobre la extensión de la vida verde del banano no es un asunto enteramente nuevo, si es más reciente la autorización por parte de FDA – EPA y de autoridades europeas sobre su uso en frutas frescas (en Europa estaba autorizado para cítricos). Las compañías bananeras han estado evaluando su uso y ya en Costa Rica se les está aplicando como tratamiento dirigido a la corona, donde ha mostrado cierta efectividad. Hay investigaciones

en curso sobre aplicaciones en precosecha y mucho más sobre aplicaciones en postcosecha. (ACORBAT, 2004).

En el cultivo de banano la actividad de un meristemo intercalar, situado a la base de cada primordio o “futura mano “, desplaza las flores hacia el exterior, debido a esto, se considera que el crecimiento y alargamiento del raquis requiere un estímulo giberélico. (SOTO,1985).



## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo a partir del segundo semestre del 2004 (semana 43), hasta el segundo semestre del 2005 (Semana 48), cabe anotar que durante todo este tiempo se hicieron evaluaciones de campo y vida verde en patio de contenedores simulando condiciones de transporte.

### **2.2. DETERMINACIÓN DEL ESPACIO GEOGRÁFICO**

El presente trabajo de investigación se llevó a acabo en la finca San Antonio, ubicada en el sector de la Aguja, Municipio Zona Bananera en el departamento del Magdalena.

Al sector corresponden las siguientes coordenadas geográficas:

Región de la Aguja: 10° 56´ 00´´ Latitud Norte y 74° 11´00´´ de Longitud Oeste

La finca limita al Norte con la quebrada la Aguja, al Sur con la finca bananera Colonia, por el Este con la finca Nerlandia y al Oeste con terrenos de pastizales de la vereda Sevillano. (Ver figura 1)



Figura 1. Localización del espacio geográfico en donde se desarrollo el trabajo titulado efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (*Musa AAA*) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA

La Zona Bananera del Magdalena pertenece a la clasificación ecológica bosque muy seco tropical (bms-T), según Holdrige, en una faja paralela a la costa de la Ciénaga Grande de uno 5 a 12 Km. de ancho de Norte a Sur, al Oriente de la formación vegetal anterior se encuentra el bosque seco tropical (bs- T), faja angosta hacia el Sur, con unos 35 a 40 km, subiendo hasta 900 m.s.n.m. aproximadamente. La vegetación nativa ha sido destruida en la mayor parte del área. (RODRIGUEZ, 2001).

El bosque seco se desarrolla en áreas en donde hay un prolongado periodo de sequía que coincide con el invierno astronómico del Hemisferio Norte. Son bosques que crecen en áreas con menos de 1600 mm de precipitación, con una humedad relativa de 82% y que tienen composición florística a nivel de familias muy características. Su vegetación se caracteriza por la ausencia de un dosel continuo, porte bajo y un suelo con tendencia a la desnudez. Se encuentra en climas con temperatura media anual entre 26 y 28 °C y pluviosidad anual entre 600 y 700 mm. En Colombia ocupa una basta área de la planicie costera del Caribe, es decir, “del Cinturón Árido del Caribe” que va desde la Guajira hasta Córdoba. ([http:// www.sentir.org/zonas/bosqueseco.htm](http://www.sentir.org/zonas/bosqueseco.htm)).

## **2.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUELO.**

Los suelos de la Zona Bananera se han formado de aluviones derivados de rocas metamórficas que forman la Sierra Nevada de Santa Marta las cuales son arrastradas por los ríos Río Frío y Sevilla. Por otro lado, el río Tukurinca ha traído materiales graniodoritas y metamórficos; el río Córdoba ha depositado materiales metamórficos y de las rocas ígneas.

Son suelos profundos, permeables y ricos en nutrientes, tal como corresponde a esta formación; se presentan suelos de clase I; esta se encuentra localizada en un área plana y larga que se extiende desde la parte Sur de Ciénaga, hasta la amplias llanuras de la parte Norte de Aracataca y comprende gran parte de las poblaciones de Orihueca, Río Frío y Sevilla; los de clase II se encuentran diseminados en algunas áreas en los alrededores de El Retén, la mayor extensión en el lugar de El Paraíso; Los de clase III comprenden amplias áreas de los municipios de Fundación, Aracataca y hacia el Norte en estrecha faja pasando por Tukurinca hasta Guacamayal; los de clase IV se encuentran distribuidos entre la Ciénaga Grande y la carretera Aracataca-Santa Marta hacia El Retén .

En general el 60% de la Zona Bananera es de tierras óptimas, hay un 25% de menor calidad, pero de aceptable rendimiento.

Los suelos de la Zona Bananera, hacia la parte oriental, presentan buen drenaje, mientras que los de la parte occidental hacia la Cienaga Grande, en donde las pendientes son mínimas, el drenaje es deficiente; en épocas de lluvia se presentan inundaciones por la insuficiencia de los cauces fluviales. (RODRIGUEZ, 2001).

## **2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS GIBERELINAS.**

El término giberelina fue utilizado en 1935 para describir una sustancia sintetizada por el hongo *Gibberella Fujikuroi* (Saw) Wr. (*Fusarium moniliforme* Sheldon, en el estado asexual), que producía la enfermedad denominada “bakanae”, caracterizada por el alargamiento de los tallos y brotes de arroz. Después de la segunda guerra mundial se manifestó un gran interés por este compuesto, que se aisló y denominó ácido giberélico (AG<sub>3</sub>). Se ha determinado la presencia de giberelinas en plantas superiores (angiosperma, gimnosperma y helechos), y en algunas especies de hongos y bacterias.

Las giberelinas se identifican con un número en el subíndice que se le ha asignado siguiendo el orden cronológico de su descubrimiento y que no indica, necesariamente, una relación metabólica entre ellas.

Las Giberelinas son producto de la ruta de biosíntesis de los diterpenos (C-20). Los distintos pasos de la biosíntesis de giberelinas se agrupan en tres

partes:

A) biosíntesis de ent - Kaureno a partir de geranilgeranildifosfato (GGDP)

B) conversión de ent – Kaureno a  $GA_{12}$

C) Conversión de  $GA_{12}$  a giberelinas (GA)

Estas tres partes ocurren en diferentes órganos de la célula vegetal: proplastidios, retículo endoplasmático y citoplasma. (FICHET, T. 1998).

## **2.6 DESARROLLO DEL ESTUDIO**

**2.61. Diseño.** El diseño que se utilizó para el desarrollo de esta investigación fue el de bloques al azar, compuesto por 22 tratamientos y 5 replicas o bloques; en donde cada tratamiento o parcela estaba constituida por 6 plantas, de las cuales se tomaron 4 de ellas para promediar el tratamiento.

### **2.6.1.1 Distribución de los tratamientos**

Los tratamientos a realizarse son:

**T<sub>1</sub>:** Aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero

**T<sub>2</sub>:** Aplicación de 200 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero

**T<sub>3</sub>:** Aplicación de 300 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero

**T<sub>4</sub>:** Aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas:

100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

100 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>5</sub>:** Aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas:

200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

200 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>6</sub>:** Aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas:

300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

300 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>7</sub>:** Aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas:

100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

100 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

100 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

**T<sub>8</sub>:** Aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas:

200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

200 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

200 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

**T<sub>9</sub>:** Aplicación de 900 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas:

300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

300 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

300 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

**T<sub>10</sub>:** Aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas:

100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

100 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

100 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

100 ppm a las doce semanas de siembra en el campo

**T<sub>11</sub>:** Aplicación de 800 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas:

200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

200 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

200 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

200 ppm a las doce semanas de siembra en el campo

**T<sub>12</sub>:** Aplicación de 1200 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas:

300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero

300 ppm a las cuatro semanas de siembra en el campo

300 ppm a las ocho semanas de siembra en el campo

300 ppm a las doce semanas de siembra en el campo



**T<sub>13</sub>:** Aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>14</sub>:** Aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>15</sub>:** Aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de siembra en el campo

**T<sub>16</sub>:** Aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho semanas de siembra en el campo

**T<sub>17</sub>:** Aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho semanas de siembra en el campo

**T<sub>18</sub>:** Aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho semanas de siembra en el campo

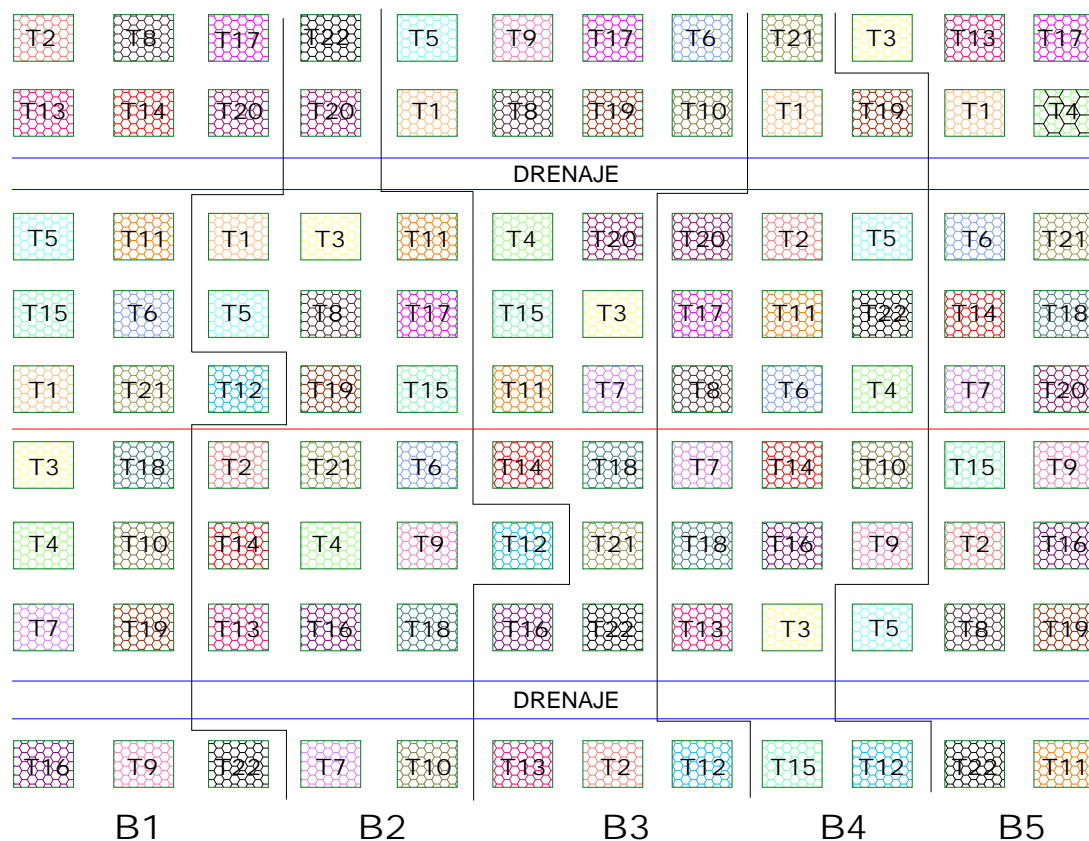
**T<sub>19</sub>:** Aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las doce semanas de siembra en el campo

**T<sub>20</sub>:** Aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las doce semanas de siembra en el campo

**T<sub>21</sub>:** Aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las doce semanas de siembra en el campo

**T<sub>22</sub>:** Testigo sin aplicación. (Ver figura 2.)

El producto utilizado en la investigación es conocido comercialmente con el nombre de Ryzup, producido por Valent Biosciences Corporation, su ingrediente activo es el ácido giberélico (AG<sub>3</sub>), con una concentración del 4% y ubicado en una categoría toxicológica: IV (levemente tóxico).



**Figura. 2. Distribución de los tratamientos en el campo donde se evaluó el efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (*Musa AAA*) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

**2.6.1.2. Estructura:** El área total utilizada en la presente investigación fue de 3928 m<sup>2</sup>. Cada uno de los bloques tenía un área de 785.6 m<sup>2</sup> y cada parcela tratamiento 35.7 m<sup>2</sup>. La distancia de siembra fue de 2.08 m entre plantas y 3.0 m entre hilera. Para un total de 660 plantas sembradas.

**2.6.2. Material vegetal.** El material vegetal utilizado para el desarrollo de la presente investigación fue la variedad Williams.

En 1968, el cultivo de Williams fue importado desde el Oeste de Australia y puesto en un largo período de cuarentena. En 1974 las primeras plantaciones experimentales de Williams fueron hechas en Bugershall (África) y liberadas en crecimiento en 1997; desde entonces, la popularidad de Williams ha ido en incremento cada año. (ROBINSON, 1993).

El Williams es de pseudotallo mediano a alto, entre 3.5 y 4.0 m, sus hojas están en posición ligeramente erguidas, por consiguiente, tiene un menor potencial de fotosíntesis que Gran Enano, pero por otra parte, presenta una cierta defensa contra enfermedades de manchas foliares, el racimo tiende a ser mas cónico que el de Gran Enano y requiere una poda manual mas precisa, se adapta bien a las condiciones adversas. Muchos fruticultores la prefieren para cultivarla en los suelos subóptimos y/o con aguas de poca calidad y temperaturas mas bajas. (RAHAN, 1998).

### **2.6.2.1. Contenido nutricional del banano maduro.**

HUMEDAD: 53.8%	FIBRA CRUDA: 0.6%
GRASA: 0.8 %	PROTEINAS: 1.2%
AZÚCARES: 21.2%	SUCROSA: 12.7%
ALMIDON: 1.2%	LEVULOSA: 3.7%
DEXTROSA: 4.8%	

#### **VITAMINAS (100 g)**

VITAMINA A: 430,0 U.I	ÁCIDO ASCORBICO: 10.0 mg
PIRIDOXINA: 0.52 mg	PROBOFLAVINA (B1): 0.05 mg
TIAMINA (B1): 0.1 mg	

#### **MINERALES (mg/g)**

SODIO: 0.06 – 4.15	HIERRO: 0.6
POTASIO: 300 – 450	FOSFORO: 28.0
CALCIO: 8	AZUFRE: 7.8 – 125
MANGANESO: 0.64 - 0.32	YODO: 0.02
COBRE : 0.16 – 0.21	

El fruto del banano posee aproximadamente un 53.8% de agua, su cuarta parte corresponde a hidratos de carbono. El fruto maduro contiene ciertos componentes químicos de importancia: Serotomina, Clopamina y la Norafetamina. (ORTÍZ, C.2000).

**2.6.3. Implementos de campo:** Para la realización de las diferentes labores se utilizaron los siguientes implementos:

**2.6.3.1 Fase de vivero:**

- Saràn de 50% de sombra
- Bolsas plásticas de 2 kg
- Palines
- Riego por aspersión
- Bomba de espalda
- Ácido Giberélico. Producto Comercial: Ryzup (4.0%)
- Cámara digital

**2.6.3.2 Fase de campo:**

- Riego por aspersión
- Bomba de espalda
- Cinta métrica
- Calibrador en pulgadas
- Tizas.
- Cintas de colores
- Tablillas de madera
- Marcadores
- Ryzup ( 4.0% )
- Báscula
- Formatos de Merma

- Adhesivos para marcar la fruta en campo
- Cámara digital

#### **2.6.3.3 Fase de postcosecha:**

- Contenedor
- Bandejas
- Hojas de anotación
- Adhesivos para marcar la fruta en campo
- Cámara digital

### **2.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

**2.7.1 Vivero.** Para el sustrato, con el cual se llenaron las bolsas en el vivero se usó una mezcla consistente en el 50% arena, 40% cascarilla de arroz y 10% materia orgánica. Las bolsas utilizadas fueron de plástico de un calibre de 0.07 milésimas, con un tamaño de 8 pulgadas x 9 pulgadas x 2 pulgadas de fuelle y con una capacidad para un volumen de mezcla de 2 Kg. Estas bolsas fueron ubicadas linealmente, de tal manera que se tenían 20 bolsas por m<sup>2</sup> . El vivero se protegió con un sarán de 50% de sombra.

El riego en el vivero se basó en el sistema de aspersión, ubicados los aspersores a una distancia de 4x4 m. El riego se hizo dos veces por día, mañana y tarde, 30 minutos cada ciclo.

El material utilizado en vivero fue de la variedad Williams obtenido como meristemo en la Universidad Católica Oriente de Río Negro (Antioquia). En cada bolsa se colocó un meristemo para obtener una planta al final.

El tiempo desde la siembra en casa sombra hasta la instalación definitiva en campo fue de 8 semanas. Estas plantas tenían una altura promedio de 30 cm.

El manejo sanitario que se le dio a esta fase del cultivo fue básicamente deshoje fitosanitario en hojas bajas y se aplicó un fungicida protectante en la séptima semana en el vivero.

#### **2.7.2 Preparación del terreno para la siembra.**

En el área donde se hizo la siembra anteriormente existía una plantación de banano la cual fue erradicada seis meses antes; para la preparación del terreno se hicieron las siguientes labores: se subsoló el suelo en forma cruzada con el fin de romper cualquier capa endurecida que se encontrara en el perfil, luego se hizo un pase de rastra liviana sin trava.

Se reinstaló el sistema de riego y se realizaron los canales de drenaje. El cable vía se revisó ya que estaba instalado desde la plantación anterior. El sistema de riego era por aspersión, con una distancia de 9.0 m x 10.40 m; esto debido a que la distancia de siembra fue de 3 m entre hileras y 2.08 m entre plantas,

orientando la hilera de Este a Oeste. Los aspersores utilizados en el sistema de riego eran de tipo Rotator marca Nelson con una descarga de 1.6 L/Hora.

Los huecos para la siembra fueron de 30x30x30 cms. En cada hueco se le aplicó 1kg de Materia Orgánica, 60 gr de DAP, 200 gr de Kieserita y 80 gr. de KCl. Se mezcló todo con el suelo y se hizo el respectivo trasplante.

La fertilización utilizada en el campo fue la siguiente: 380 kg de N/ha, 800 kg de K/ha y 80 kg de Mg/ha, por año, aplicados por fertigación semanalmente, repitiendo la aplicación de cada fertilizante cada cuatro semanas, en diferentes ciclos.

El riego se aplicó a partir del trasplante con una duración de 30 minutos 3 veces al día, todos los días hasta las 8 semanas después de siembra y luego se siguió con una frecuencia de riego de 2 horas por día.

Cada parcela consistió en una línea con 6 plantas. El total de las parcelas fue de 22, las cuales constituían un bloque. Se tuvieron 5 bloques para un total de 110 parcelas.



## **2.8 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **2.8.1 Variables de producción**

Estas variables se midieron en la finca al momento de la cosecha y, una de ellas (vida verde de la fruta), se evaluó en el patio de contenedores.

### **2.8.2. Parámetros de campo**

#### **2.8.2.1. Circunferencia del pseudotallo de la madre a la parición**

La evaluación de esta variable se realizó en el momento de la emisión de la bacota, tomando la medida del perímetro del pseudotallo a un metro de altura desde la base del mismo. Esta labor se realizaba midiendo con una cinta métrica en cm.

#### **2.8.2.2 Número de hojas a la cosecha**

Se determinaba, contando el número de hojas sanas que presentaba la planta al momento de realizar la cosecha.

### **2.8.3 Perfil de la fruta**

**2.8.3.1 Peso del racimo:** En la planta empacadora se tomó el peso del racimo cosechado, utilizando una báscula calibrada en kilogramos.

**2.8.3.2 Número de manos y de dedos por racimo:** Al momento de la cosecha se contó el número de manos y el número de dedos por racimo.

**2.8.3.3. Largo y calibración de los dedos:** Se determinó midiendo con una cinta métrica y con un calibrador en grados, el dedo central de la segunda y de la última mano (Ver figuras 3 y 4).

**2.8.3.4. Análisis de la Merma:** En la planta empacadora se evaluó la fruta que no cumplía las especificaciones de exportación. Estos parámetros se evaluaron de acuerdo a los formatos ya establecidos para dicho análisis. (Ver anexo I).

### **2.8.4. Trabajo en patio de contenedores**

**2.8.4.1. Vida verde:** Para la evaluación de este parámetro, se tomó un cluster o gajo de la segunda mano de cada racimo evaluado y se marcó con un adhesivo, en donde se indicaba el día de cosecha, el tratamiento y la edad de la fruta; estos gajos eran llevados a un contenedor refrigerado con una

temperatura de 14°C y una humedad relativa de 90% para simular las condiciones de viaje de la fruta.

Diariamente se realizaban inspecciones en las cuales se determinaba el tiempo que duraba la fruta verde dentro del contenedor, hasta que el primer dedo de cada cluster mostrara pulpa suave o inicio de maduración.



**Figura. 3. Evaluación del calibre de los dedos en grados efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**



**Figura. 4. Evaluación de la longitud de los dedos en centímetros efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

## **2.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Los resultados se llevaron a un análisis estadístico de varianza, covarianza, determinación del coeficiente de variación y a las pruebas de comparación múltiple de medias por el método de Duncan al 5% de probabilidad.

### **2.9.1 Pruebas De Comparación Múltiple**

Se tomaron los datos observados en campo y se sometieron a la Prueba De Comparación de Duncan y se realizó la transformación que exigía el análisis.

.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA CIRCUNFERENCIA DEL PSEUDOTALLO A LA PARICIÓN (centímetros)**

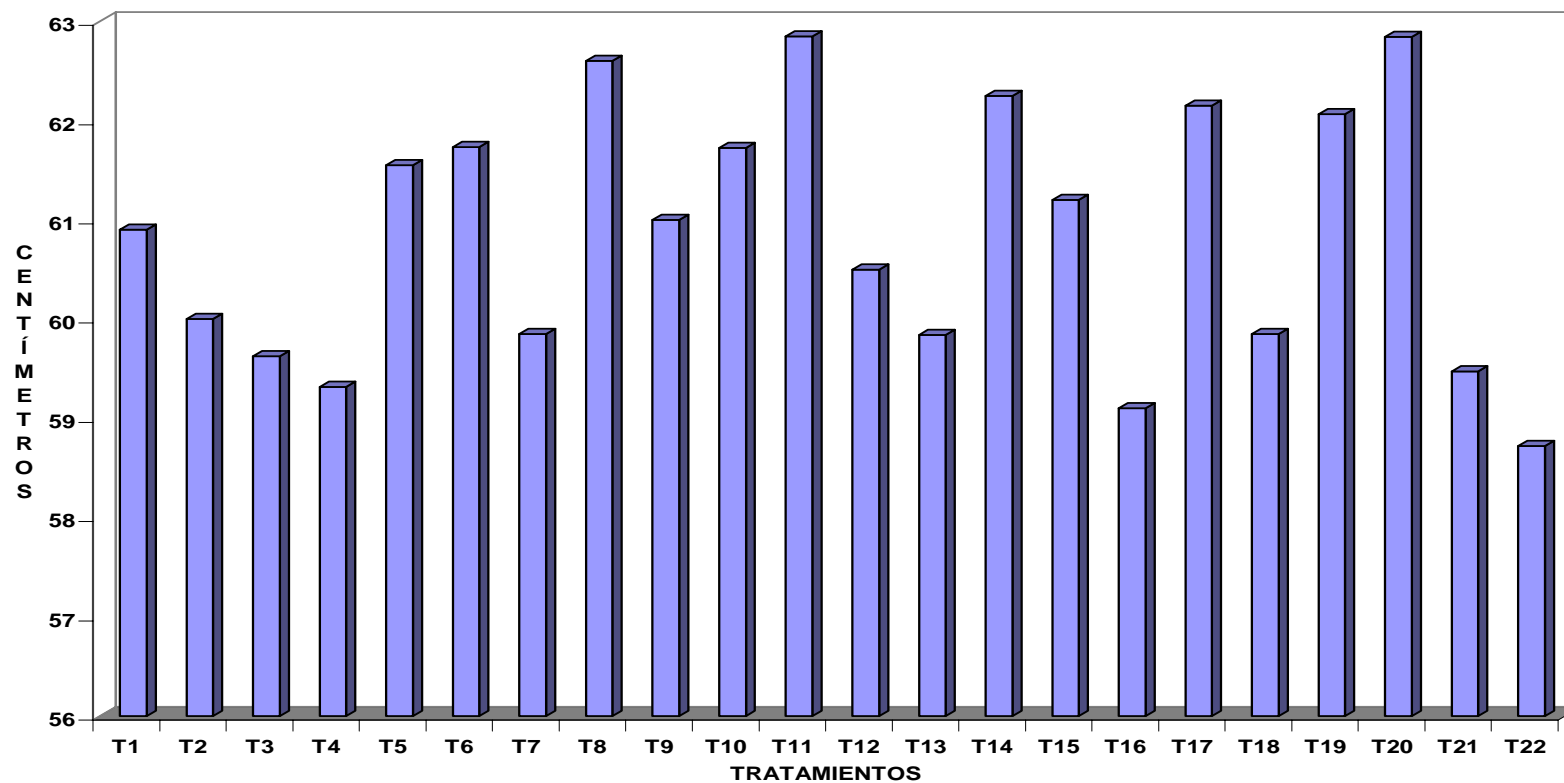
Los resultados obtenidos de la circunferencia del pseudotallo a la parición fueron promediados por tratamiento en centímetros (Ver tabla 1), dicho análisis muestra que T11 (aplicación de 800 ppm en cuatro épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el Vivero, 200 ppm a las cuatro semanas después de siembra (s.d.s), 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s y 200 ppm a las doce s.d.s), T20 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las doce s.d.s) y T8 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s y 200 ppm a las ocho s.d.s), fueron los que presentaron los mayores valores promedios en la circunferencia del pseudotallo a la parición, 62.9 cm, 62.8 cm y 62.6 cm respectivamente. El tratamiento que presento el menor valor promedio fue el T22 (testigo absoluto) con una circunferencia de 58.7 cm. (Ver gráfico 1).

#### **3.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE HOJAS A COSECHA**

En el análisis estadístico (Anexo A), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencia significativa nivel de tratamientos

**Tabla 1. Efecto de los tratamientos con la aplicación de AG<sub>3</sub> en la circunferencia del pseudotallo a la parición (centímetros). Efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
65	68	59	57	66	60	54	63	63	61	72	60	72	64	63	60	70	56	62	65	64	60
58	66	57	60	66	62	57	68	61	61,5	57	66	60	68	62	58	60	54	62	68	61	53
62	58	63	65	67	60	61	60	52	54	65	64	66	62	61	55	64	55	70	68	61	53
58	67	65	61	62	62	60	57	57	67	65	61	66	60	64	54	70	62	66	64	63	56
57	65	62	62	65	70	60	63	60	58	64	74	55	63	62	67	66	59	58	64	61	69
63	60	60	58	60	63	54	68	66	59	62	62	62	64	68	59	63	62	64	68	55	65
57	55	59	59	60	64	60	70	70	59	62	57	62	60	62	58	66	59	66	63	58	61
59	62	60	61	62	61	55	62	58	58	68	57	60	56	64	59	67	62	59	68	70	62
63	60	58	55	64	65	63	62	64	62	65	52	56	62	60	56	66	60	60	60	66	55
64	61	60	58	65	60	60	58	60	68	63	61	49	62	60	60	63	63	62	60	63	60
58	62	64	59	67	65	65	66	68	60	60	61	56	59	60	58	66	63	70	58	61	64
64	59	61	69	60	55	64	67	58	70	67	64	65	61	64	62	67	59	63	59	56	54
64	56	59	57	55	61	63	68	61	63	58	62	56	57	59	62	53	64	54	54	60	61
67	55	57	58	57	60	62	63	57	63	57	54	57	59	57	56	57	57	59	63	58	53
62	57	57	68	58	58	60	61	61	73	62	59	57	63	54	57	59	56	56	60	57	57
58	57	53	62	57		63	62	60	66	63	54	56	68	56	57	61	64		63	58	58
60	58		54	60		61	57		59	56		62	57	59	59	56	59		66	50	59
56	60		55	65		56	55		55	64		60	67	59	60	60	66		63	59	57
59	62		49	57		61	64		56	64		60	64	69	66	54	63		60	49	
64	52			58		58	58		62	63			69	61	59	55	54				
60,9	60	59,6	59,3	61,6	61,7	59,9	62,6	61	61,7	62,9	60,5	59,8	62,3	61,2	59,1	62,2	59,9	62,1	62,8	59,5	58,7



**Gráfico 1.** Efecto de los tratamientos con la aplicación de  $AG_3$  en la circunferencia del pseudotallo a la parición (centímetros). Efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (*Musa AAA*) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.

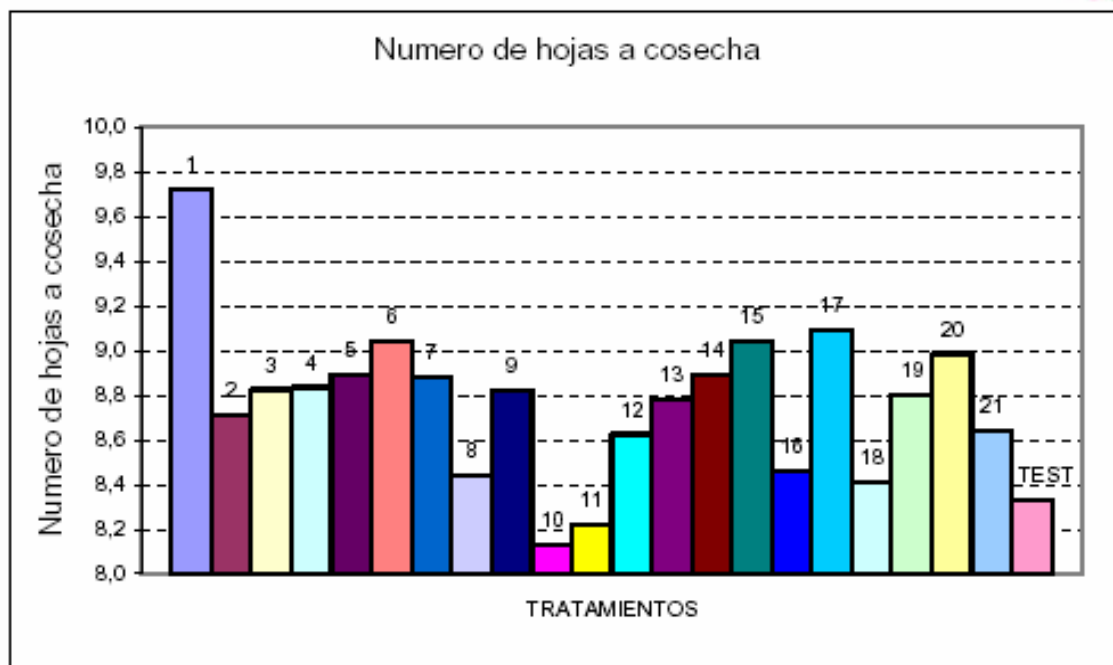


(valor de F calculado 1.71 y Probabilidad de F 0.0455), lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el incremento del número de hojas a cosecha por planta.

Las pruebas de comparación múltiple de Duncan con un Alpha del 0.05, (Tabla 2), muestran que los tratamientos T1(aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero), T17(aplicación de 200 ppm de  $AG_3$  a las ocho s.d.s) y T6 (aplicación de 600 ppm de  $AG_3$  en dos épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, y 300 ppm a las cuatro s.d.s), son los que presentan los mayores valores promedios de número de hojas a cosecha, 9.73, 9.09 y 9.04, respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de número de hojas fue el T10 (400 ppm en cuatro épocas de aplicación), con un promedio de número de hojas de 8.13. Todos estos valores fueron comparados con los arrojados por el T22 ó testigo absoluto, con 8.33 hojas promedia. (Ver Gráfico 2)

**Tabla 2. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de hojas por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

<b>DUNCAN Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>Promedio no transformado</b>	<b>N</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
A	3.197	9,73	5	T1
AB	3.095	9,09	5	T17
ABC	3.088	9,04	4	T6
ABC	3.087	9,04	5	T15
ABC	3.075	8,99	5	T20
ABC	3.063	8,89	5	T14
ABC	3.063	8,89	5	T7
ABC	3.062	8,89	5	T5
ABC	3.054	8,84	5	T4
ABC	3.052	8,82	4	T9
ABC	3.052	8,83	4	T3
BC	3.048	8,80	5	T19
BC	3.045	8,78	5	T13
BC	3.035	8,71	5	T2
BC	3.018	8,63	5	T12
BC	3.018	8,64	5	T21
BC	2.992	8,46	5	T16
BC	2.989	8,44	5	T8
BC	2.985	8,41	5	T18
BC	2.970	8,33	5	TESTIGO
BC	2.948	8,22	5	T11
C	2.937	8,13	5	T10



**Gráfico 2. Número de hojas a cosecha para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

### **3.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL PESO DEL RACIMO COSECHADO**

En el análisis estadístico (Anexo B) respectivo, se observa que no hay diferencia significativa a nivel de tratamientos, (valor de F calculado 1.38 y probabilidad de F 0.1541), lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el incremento de peso de los racimos cosechados.

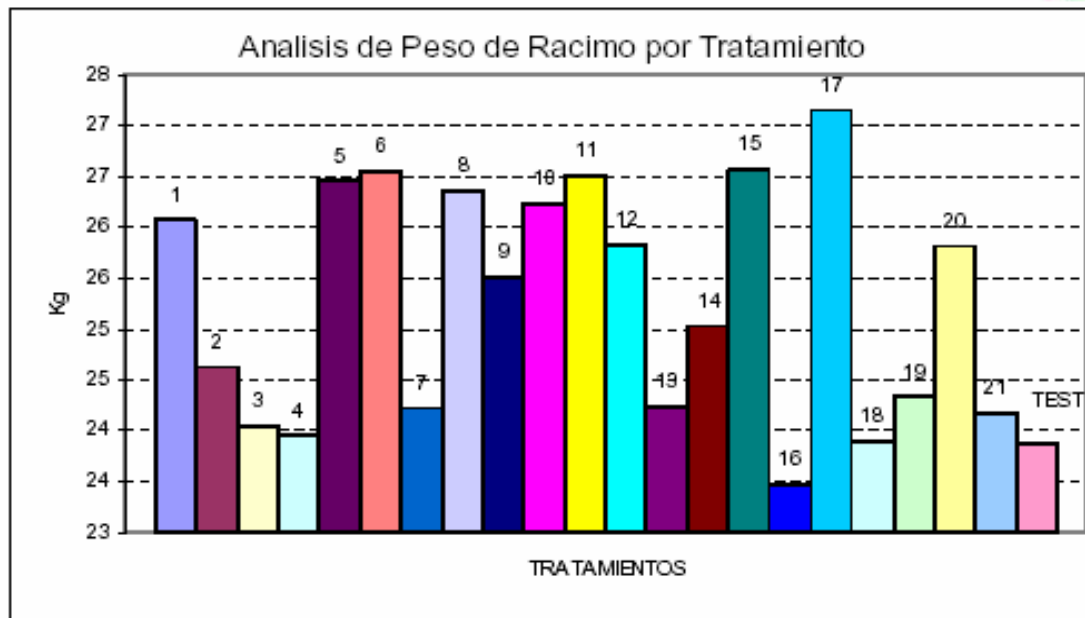
Las pruebas de comparación múltiple Duncan con un Alpha del 0.05 (Tabla 3), muestran que los tratamientos T17 (aplicación de 200 ppm de  $AG_3$  a las ocho s.d.s), T6 (aplicación de 600 ppm de  $AG_3$  en dos épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 300 ppm a las cuatro s.d.s) y T15 (aplicación de 300 ppm de  $AG_3$  a las cuatro s.d.s), son los que presentan los mayores valores de peso del racimo cosechado, 27.15 Kg, 26.56 Kg y 26.57 Kg, respectivamente. El tratamiento que arrojó el menor valor de peso del racimo cosechado fue el T16 (100 ppm de  $AG_3$  a las ocho s.d.s), con un peso de 23.48 Kg. Estos resultados se comparan con los valores del testigo T22 (testigo absoluto), 23.86 Kg (Ver Gráfico 3).

### **3.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE $AG_3$ EN EL NÚMERO DE MANOS POR RACIMO COSECHADO**

En el análisis estadístico (Anexo C), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 1.28 y probabilidad de F 0.2154), lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el Incremento del número de manos cosechadas por racimo.

Tabla 3. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable peso por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.

DUNCAN Grouping	Mean	Promedio no transformado	N	TRATAMIENTOS
A	5.2562	27.15	5	17
AB	5.1997	26.56	4	6
AB	5.1975	26.57	5	15
AB	5.1960	26.51	5	11
AB	5.1867	26.45	5	5
AB	5.1777	26.37	5	8
AB	5.1640	26.23	5	10
AB	5.1511	26.07	5	1
AB	5.1306	25.84	5	12
AB	5.1249	25.82	5	20
AB	5.0960	25.51	4	9
AB	5.0519	25.03	5	14
AB	5.0080	24.63	5	2
AB	4.9729	24.33	5	19
AB	4.9711	24.23	5	7
AB	4.9637	24.24	5	13
AB	4.9577	24.18	5	21
AB	4.9494	24.04	4	3
AB	4.9405	23.96	5	4
AB	4.9376	23.89	5	18
AB	4.9286	23.89	5	22
B	4.8955	23.48	5	16

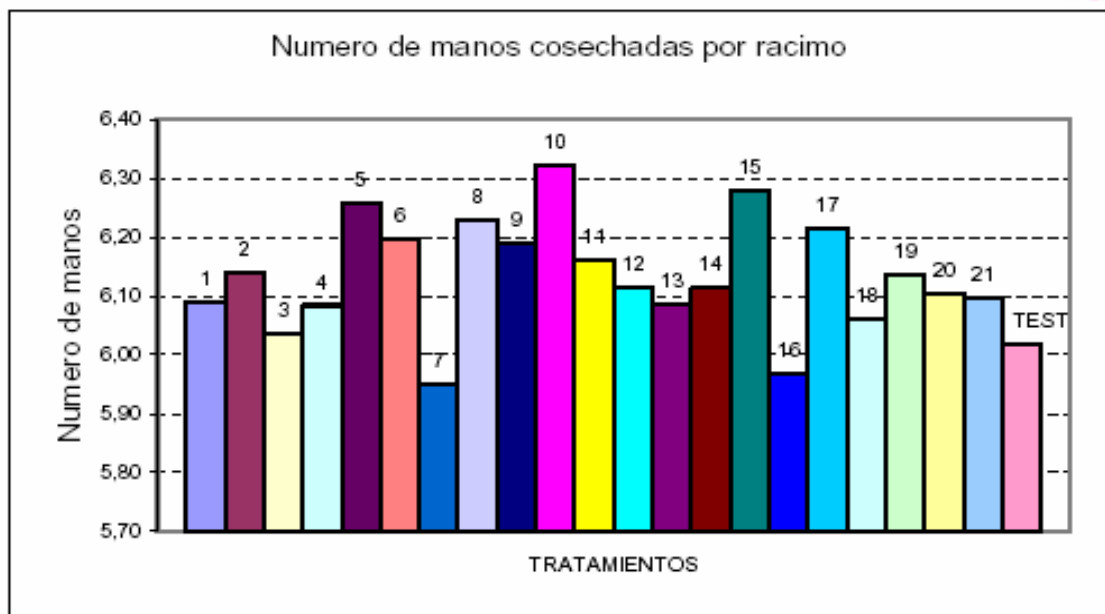


**Gráfico 3. Peso de racimos a cosecha para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

Las pruebas de comparación múltiple Duncan con un Alpha del 0.05 (Tabla 4), muestran que los tratamientos, T10 (aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 100 ppm a las cuatro s.d.s en el campo, 100 ppm a las ocho s.d.s, y 100 ppm a las doce s.d.s), T15 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s.d.s) y T5 (aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 200 ppm a las cuatro s.d.s), son los que presentan los mayores valores promedios de números de manos cosechadas por racimo, 6.32, 6.28 y 6.26 respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de número de manos por racimo

**Tabla 4. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de manos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

<b>DUNCAN Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>Promedio no transformado</b>	<b>N</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
A	2.611	6,32	5	T10
AB	2.602	6,28	5	T15
ABC	2.598	6,26	5	T5
ABCD	2.593	6,23	5	T8
ABCD	2.590	6,21	5	T17
ABCD	2.587	6,20	4	T6
ABCD	2.586	6,19	4	T9
ABCD	2.580	6,16	5	T11
ABCD	2.576	6,14	5	T2
ABCD	2.575	6,14	5	T19
ABCD	2.571	6,11	5	T14
ABCD	2.571	6,11	5	T12
ABCD	2.569	6,10	5	T20
ABCD	2.567	6,10	5	T21
ABCD	2.567	6,09	5	T1
ABCD	2.566	6,09	5	T13
ABCD	2.565	6,08	5	T4
ABCD	2.561	6,06	5	T18
ABCD	2.556	6,04	4	T3
BCD	2.552	6,02	5	TESTIGO
CD	2.542	5,97	5	T16
D	2.539	5,95	5	T7



**Gráfico 4. Número de manos cosechadas de racimos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

cosechado fue el T7 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 100 ppm a las cuatro s.d.s, y 100 ppm a las ocho s.d.s), con un valor de número de manos promedio de 5.95. Estos resultados son comparados con los presentados por el T22 (testigo absoluto), con un número de manos promedio de 6.02. (Ver Gráfico 4).



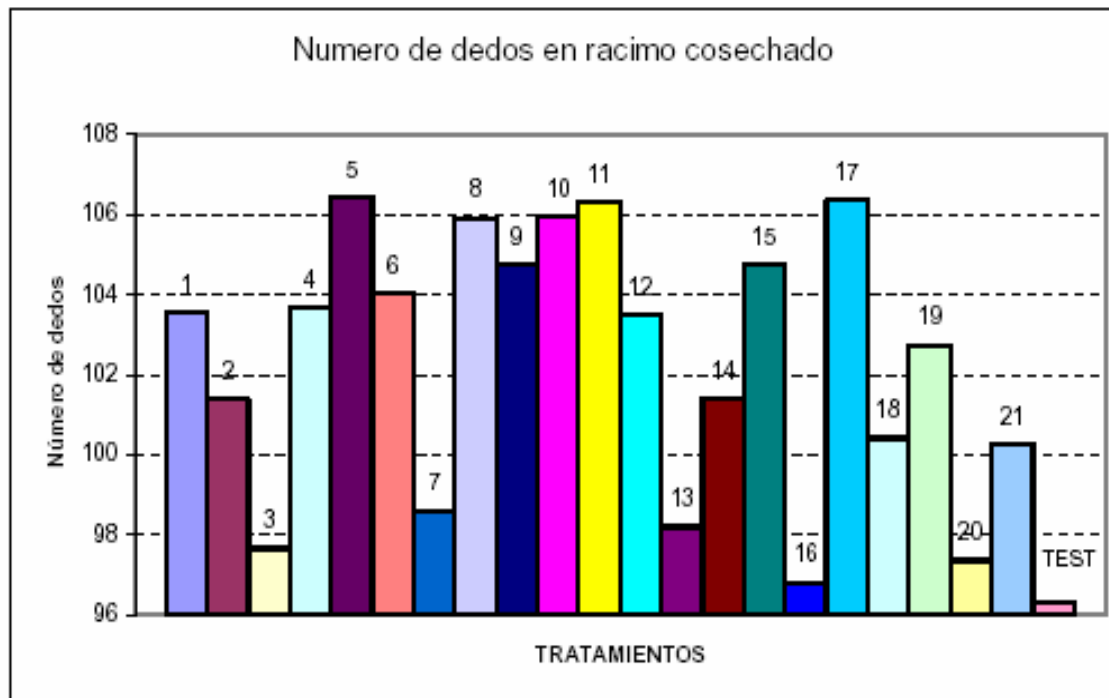
### **3.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE DEDOS POR RACIMO COSECHADO**

En el análisis estadístico (Anexo D), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 1.47 y probabilidad de F 0.1142, lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el incremento del número de dedos en racimo cosechado).

Las pruebas de comparación múltiple Duncan con un Alpha de 0.05 (Tabla 5), muestran que los tratamientos, T5 (aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el Vivero y 200 ppm a las cuatro s.d.s), T17 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s) y T11 (aplicación de 800 ppm en cuatro épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el Vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s, 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s y 200 ppm a las doce s.d.s), son los que presentan los mayores valores promedios de número de dedos en racimo cosechado, 106.43, 106.37 y 106.31; respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de número de dedos en racimo cosechado fue el T22 (testigo absoluto), con un promedio de número de dedos de 96.30. (Ver Gráfico 5)

Tabla 5. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable número de dedos por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.

DUNCAN Grouping	Mean	Promedio no transformado	N	TRATAMIENTOS
A	10.33	106,43	5	T5
A	10.33	106,37	5	T17
A	10.33	106,31	5	T11
AB	10.31	105,94	5	T10
AB	10.31	105,92	5	T8
AB	10.25	104,75	4	T9
AB	10.24	104,74	5	T15
AB	10.22	104,01	4	T6
AB	10.20	103,67	5	T4
AB	10.19	103,53	5	T1
AB	10.19	103,50	5	T12
AB	10.15	102,73	5	T19
AB	10.09	101,41	5	T14
AB	10.08	101,39	5	T2
AB	10.04	100,42	5	T18
AB	10.03	100,27	5	T21
AB	9.95	98,61	5	T7
AB	9.91	98,19	5	T13
AB	9.90	97,65	4	T3
AB	9.88	97,35	5	T20
AB	9.86	96,80	5	T16
AB	9.82	96,30	5	TESTIGO



**Gráfico 5. Número dedos cosechados por racimo para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

### **3.6 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA MANO (cm)**

En el análisis estadístico (Anexo E), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 1.07 y probabilidad de F 0.3974), lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el Incremento de la longitud de la fruta en la segunda mano de los racimos cosechados.

Las pruebas de comparación múltiple de Duncan con un Alpha del 0.05 (Tabla 6), muestra que los tratamientos, T15 (aplicación de 300 ppm de  $AG_3$  a las cuatro s.d.s), T5 (aplicación de 400 ppm de  $AG_3$  en dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 200 ppm a las cuatro s.d.s) y T1 (aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero), son los que presentan los mayores valores de longitud de la fruta en la segunda mano, 26.83 cm, 26.48 cm y 26.44 cm; respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de longitud del fruto en la segunda mano fue el T19 (100 ppm a las doce s.d.s). Estos resultados se comparan con los arrojados por el T22 (testigo absoluto), con una longitud de 26.04 cm. (Ver Gráfico 6).

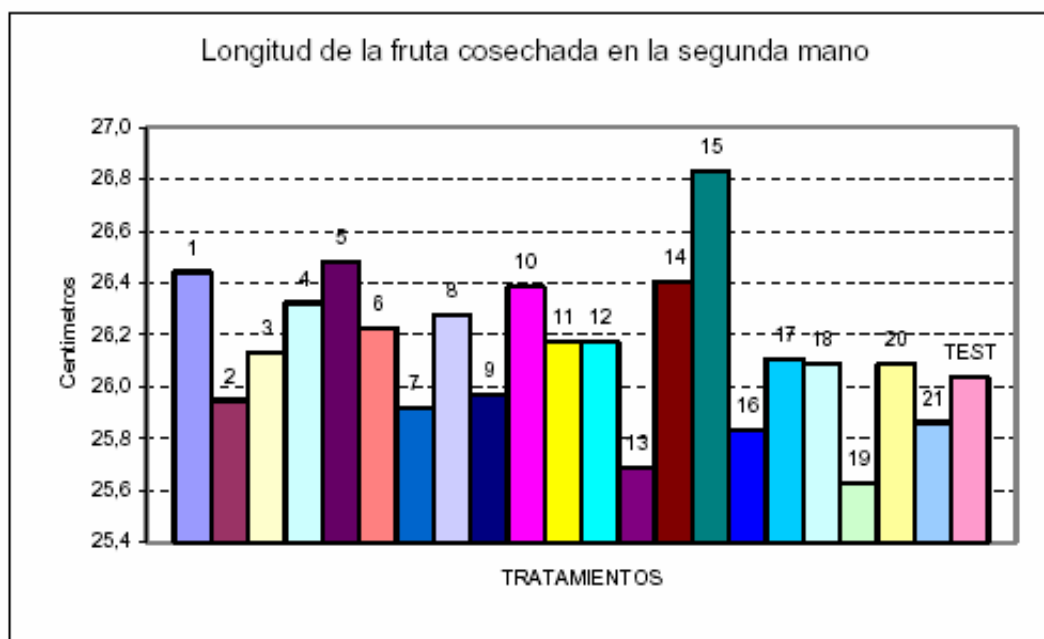
### **3.7 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE $AG_3$ EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA ÚLTIMA MANO (cm)**

En el análisis estadístico (Anexo F), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 0.83 y probabilidad de F 0.677), lo que indica que las dosis aplicadas tuvieron efectos similares en el incremento de la longitud de la fruta en la última mano de los racimos cosechados.

.

Tabla 6. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable en longitud en segunda mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.

DUNCAN Grouping	Mean	Promedio no transformado	N	TRATAMIENTOS
A	5.227	26,83	5	T15
A	5.193	26,48	5	T5
AB	5.190	26,44	5	T1
AB	5.186	26,41	5	T14
AB	5.184	26,39	5	T10
AB	5.178	26,32	5	T4
AB	5.173	26,27	5	T8
AB	5.169	26,23	4	T6
AB	5.164	26,17	5	T12
AB	5.164	26,17	5	T11
AB	5.159	26,13	4	T3
AB	5.157	26,11	5	T17
AB	5.156	26,09	5	T18
AB	5.156	26,09	5	T20
AB	5.150	26,04	5	TESTIGO
AB	5.144	25,97	4	T9
AB	5.142	25,95	5	T2
AB	5.139	25,92	5	T7
B	5.133	25,86	5	T21
B	5.131	25,83	5	T16
B	5.117	25,69	5	T13
B	5.110	25,62	5	T19



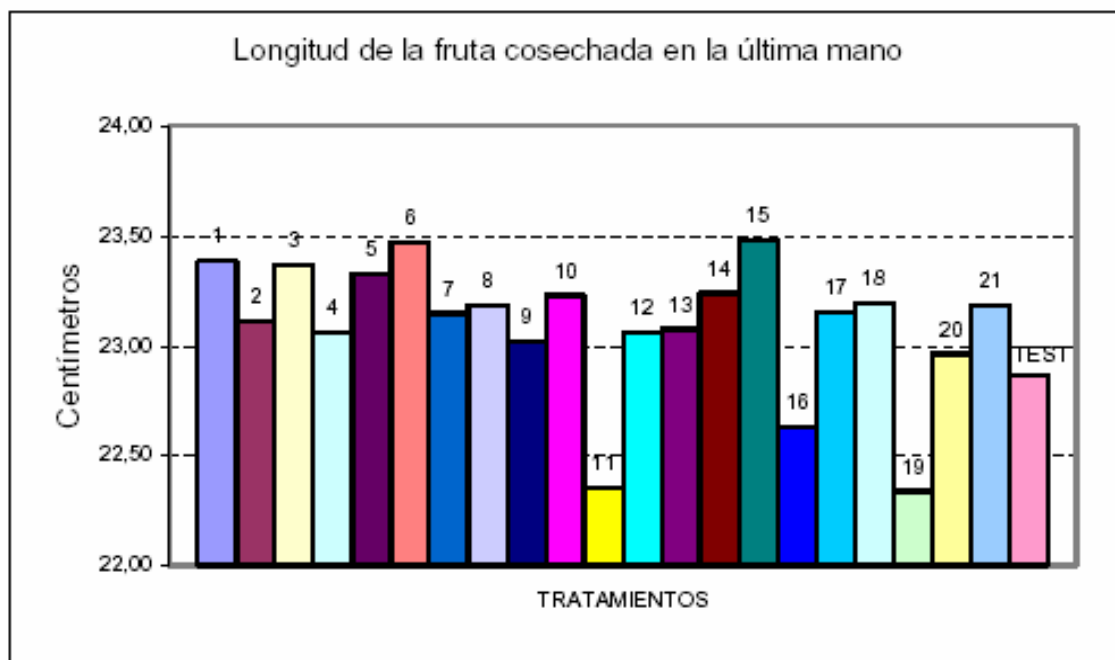
**Gráfico 6. Longitud de la fruta cosechada en segunda mano para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

Las pruebas de comparación múltiple de Duncan con un Alpha del 0.05, (Tabla 7), muestran que los tratamientos T15 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s.d.s), T6 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 300 ppm a las cuatro s.d.s) y T1 (100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de edad en el vivero), son los que presentan los mayores valores de longitud de la fruta en la última mano, 23.48 cm, 23.47 cm y 23.38; respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de la longitud en la última mano es el T11 (aplicación de 800 ppm en cuatro épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s, 200 ppm a

**Tabla 7. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable en longitud en ultima mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

<b>DUNCAN Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>Promedio no transformado</b>	<b>N</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
A	4.897	23,48	5	T15
A	4.896	23,47	5	T6
AB	4.886	23,38	5	T1
AB	4.884	23,37	5	T3
AB	4.881	23,33	5	T5
AB	4.872	23,24	5	T14
AB	4.870	23,23	5	T10
AB	4.867	23,19	4	T18
AB	4.866	23,18	5	T8
AB	4.865	23,18	5	T21
AB	4.863	23,16	4	T17
AB	4.862	23,15	5	T7
AB	4.858	23,11	5	T2
AB	4.855	23,08	5	T13
AB	4.854	23,06	5	T12
AB	4.853	23,06	4	T4
AB	4.849	23,02	5	T9
AB	4.843	22,96	5	T20
B	4.833	22,86	5	TESTIGO
B	4.808	22,63	5	T16
B	4.778	22,34	5	T19
B	4.775	22,35	5	T11

las 8 s.d.s y 200 ppm a las doce s.d.s), con una longitud de 22.35 cm. Estos valores son comparados con los arrojados por los del T22 (testigo absoluto), con una longitud de 22.86 cm. (Ver Gráfico 7).



**Gráfico 7. Longitud de la fruta cosechada en la última mano efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del Departamento del Magdalena**

### **3.8 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE $AG_3$ EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA MANO (grados).**

En el análisis estadístico (Anexo G), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 0.44 y probabilidad de F 0.9820), lo que indica que las dosis aplicadas no tuvieron efectos similares en el incremento del calibre de la fruta en la segunda mano de los racimos cosechados.



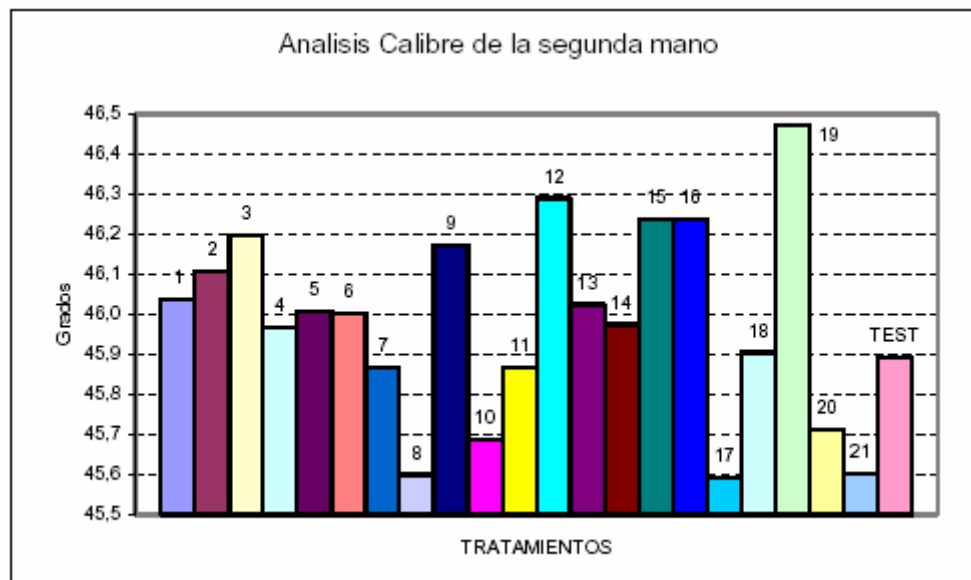
Las pruebas de comparación múltiple de Duncan con un Alpha del 0.05, (Tabla 8), muestran que los tratamientos T19 (aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las doce s.d.s), T12 (aplicación de 1200 ppm de  $AG_3$  en cuatro épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 300 ppm a las cuatro s.d.s, 300 ppm a las ocho s.d.s y 300 ppm a las doce s.d.s) y T16 (aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las ocho s.d.s), son los que presentan los mayores valores de calibre de fruta con 46.47 grados, 46.29 grados y 46.24 grados respectivamente. El tratamiento que presentó los menores valores de calibre de la segunda mano fue el tratamiento T17 (300 ppm de  $AG_3$  a las 8 s.d.s), con un calibre de 45.59 grados. Estos resultados se comparan con los valores arrojados por el T22 (testigo absoluto), con un calibre de 45.89 grados. (Ver Gráfico 8).

### **3.9 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE $AG_3$ EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA ÚLTIMA MANO (grados)**

En el análisis estadístico (Anexo H), para el diseño de bloques al Azar para esta variable, se observa que no hay diferencias significativas a nivel de tratamientos (valor de F calculado 0.76 y probabilidad de F 0.762), lo que indica que las dosis aplicadas no tuvieron efectos similares en el incremento del calibre de la fruta en la última mano de los racimos cosechados.

**Tabla 8. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable calibre de fruta en última mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

<b>DUNCAN Grouping</b>	<b>Mean</b>	<b>Promedio no transformado</b>	<b>N</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>
A	6.852	46,47	5	19
A	6.839	46,29	5	12
A	6.836	46,24	5	16
A	6.835	46,24	5	15
A	6.833	46,20	4	3
A	6.831	46,17	4	9
A	6.827	46,11	5	2
A	6.821	46,04	5	1
A	6.820	46,03	5	13
A	6.819	46,01	5	5
A	6.818	46,00	4	6
A	6.816	45,98	5	14
A	6.816	45,97	5	4
A	6.812	45,90	5	18
A	6.811	45,89	5	22
A	6.809	45,87	5	7
A	6.809	45,87	5	11
A	6.798	45,71	5	20
A	6.795	45,69	5	10
A	6.790	45,60	5	21
A	6.789	45,60	5	8
A	6.789	45,59	5	17



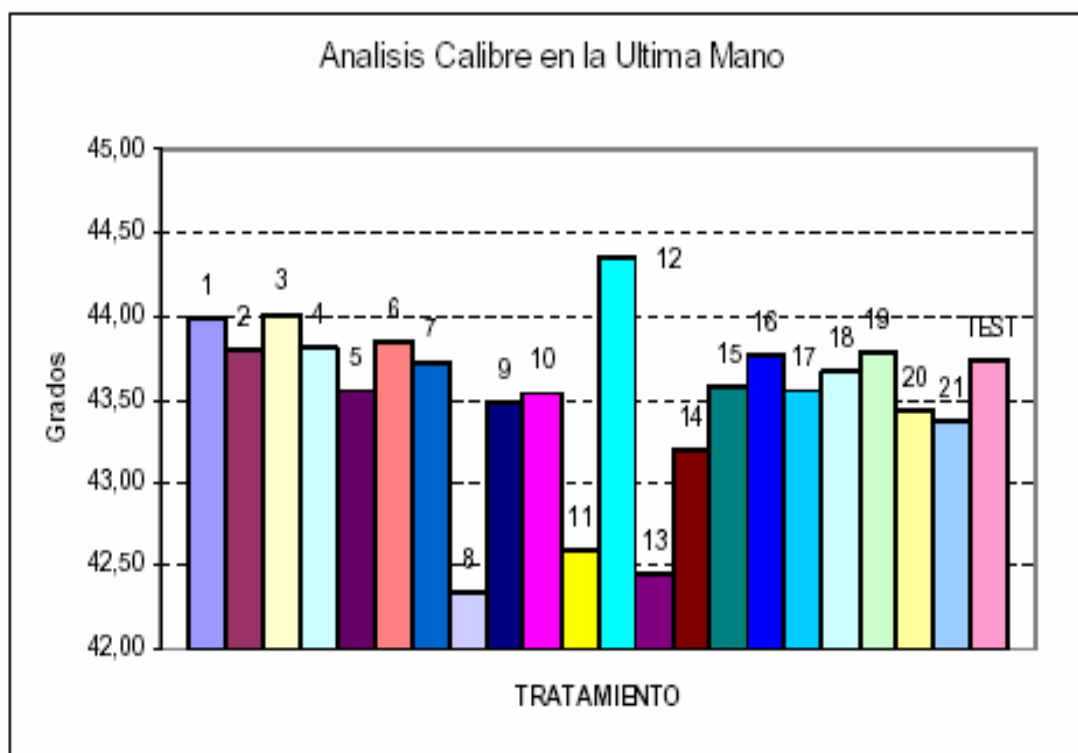
**Gráfico 8. Calibre en grados en la segunda mano en racimos cosechados para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banana (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

Las pruebas de comparación múltiple de Duncan con un Alpha del 0.05, (Tabla 9), muestran que los tratamientos, T12 (aplicación de 1200 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 300 ppm a las cuatro s.d.s, 300 ppm a las 8 s.d.s y 300 ppm a las doce s.d.s), T3 (aplicación de 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero) y T1 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de edad en el vivero), son los que presentan los mayores valores de calibre de la fruta en la última mano, 44.35 grados, 44.01 grados y 43.99 grados, respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de calibre en La última mano fue el T8 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en

Tabla 9. Prueba de comparación múltiple para los valores transformados variable calibre de última en ultima mano por tratamiento efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena

DUNCAN Grouping	Mean	Promedio no transformado	N	TRATAMIENTOS
A	6.696	44,35	5	12
A	6.671	44,01	4	3
A	6.669	43,99	5	1
A	6.658	43,84	4	6
A	6.656	43,81	5	4
A	6.655	43,80	5	2
A	6.654	43,78	5	19
A	6.653	43,77	5	16
A	6.651	43,74	5	22
A	6.650	43,73	5	7
A	6.645	43,66	4	18
A	6.639	43,58	5	15
A	6.636	43,55	5	17
A	6.636	43,55	5	5
A	6.636	43,54	5	10
A	6.631	43,48	4	9
A	6.627	43,43	5	20
A	6.622	43,36	5	21
A	6.610	43,20	5	14
A	6.561	42,59	5	11
A	6.548	42,44	5	13
A	6.542	42,34	5	8

dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s y 200 ppm a las ocho s.d.s), con un calibre de 42.34 grados. Estos valores se comparan con los del T22 (testigo absoluto), con un calibre de 43.74 grados. (Ver Gráfico 9).



**Gráfico 9. Calibre en grados en la última mano en racimos cosechados para los diferentes tratamientos efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo de una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

### **3.10 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL ANÁLISIS DE MERMA (porcentaje)**

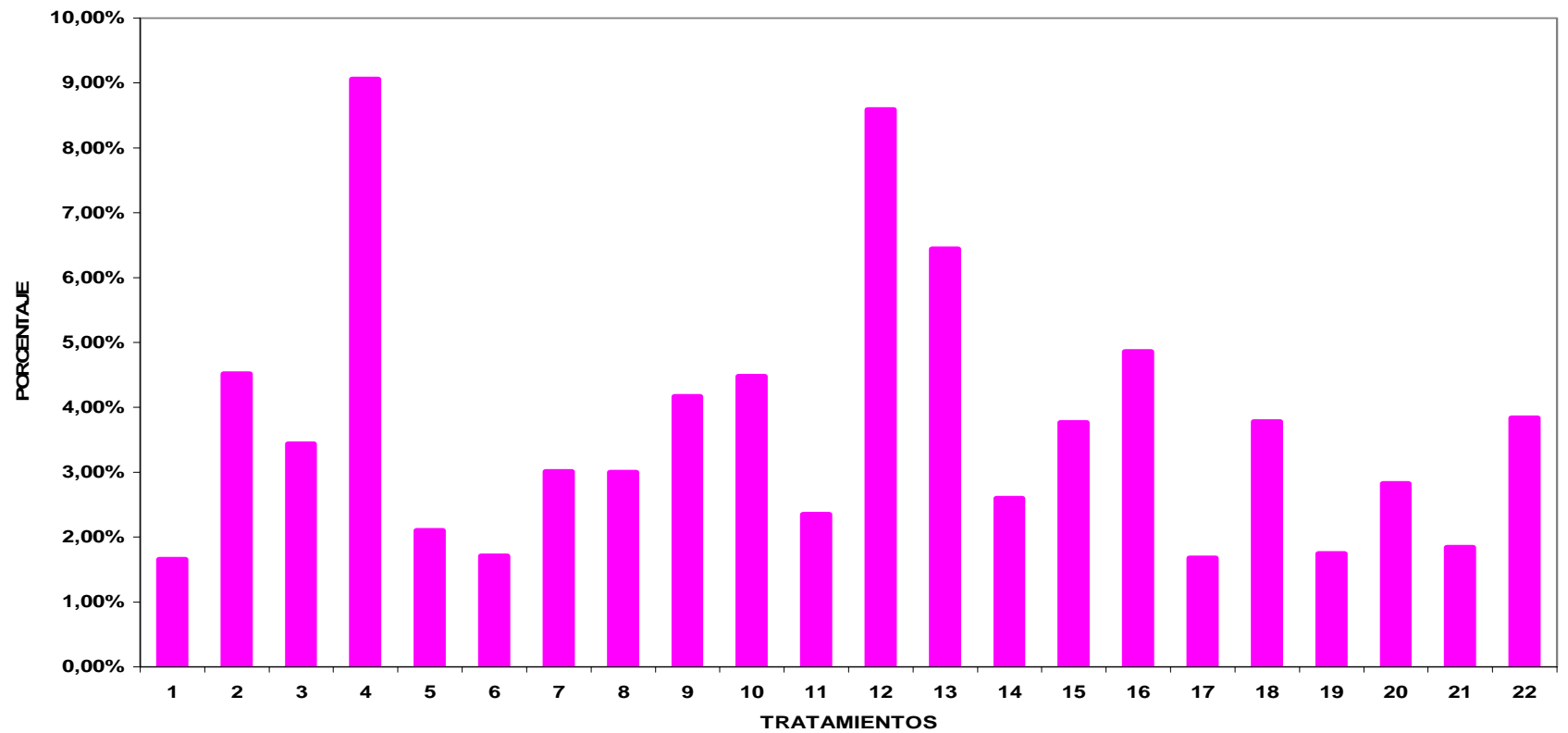
Con la evaluación realizada mediante los formatos para este análisis (Anexo I), se pudo determinar que los tratamientos T4 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 100 ppm a las cuatro s.d.s), T12 (aplicación de 1200 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 300 ppm a las cuatro s.d.s, 300 ppm a las 8 s.d.s y 300 ppm a las doce s.d.s), T13 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s.d.s), son los que presentan los mayores porcentajes de merma, 9.06%, 8.59% y 6.44% respectivamente. El tratamiento que presentó el menor porcentaje de merma fue el T1 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de edad en el vivero), con un porcentaje de 1.66 % (Ver Tabla 10). Los resultados obtenidos se compararon con los arrojados por el T22 (testigo absoluto) con un porcentaje de 3,84%. (Ver Gráfico 10).

En la tabla 10, se puede observar que se evaluaron diferentes parámetros asociados con la merma de la fruta, como lo son: Número de dedos perdidos, cuidado intensivo de la fruta (CIF), soporte agrícola, formación de dedos, largo de dedos, cosecha, otros, empacadora, ratio potencial y ratio real.

Para esta investigación es de suma importancia la merma producida por los parámetros de formación y largo de dedos debido que son los que se encuentran

**Tabla 10. Análisis de merma efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

MERMA EN NUMERO DE DEDOS PERDIDOS											
FINCA SAN ANTONIO											
TRATAMIENTOS	DEDOS PERDIDOS	C.I.F	S. AGRICOLA	FORMACION DE DEDOS	LARGO DE DEDOS	COSECHA	OTROS	EMPACADORA	MERMA EN %	RATIO POTENCIAL	RATIO REAL
1	16	2	1	1	0	8	1	3	1,66%	1,25	1,23
2	28	13	3	0	2	7	0	3	4,52%	1,16	1,11
3	18	5	1	1	0	10	0	1	3,44%	1,13	1,09
4	25	1	15	1	2	3	0	3	9,06%	1,15	1,05
5	14	3	5	1	0	0	1	4	2,10%	1,26	1,23
6	10	1	2	1	0	5	0	1	1,71%	1,24	1,22
7	10	4	0	0	0	5	0	1	3,01%	1,15	1,11
8	26	0	2	18	0	4	0	2	3,00%	1,22	1,18
9	30	0	6	2	2	18	2	0	4,17%	1,23	1,18
10	25	8	3	3	0	4	5	2	4,48%	1,28	1,22
11	21	3	5	4	0	6	2	1	2,35%	1,29	1,26
12	29	6	10	2	3	6	0	2	8,59%	1,17	1,07
13	77	11	6	0	13	17	21	9	6,44%	1,19	1,12
14	13	2	1	0	0	9	0	1	2,60%	1,24	1,21
15	31	3	2	5	0	14	6	1	3,77%	1,29	1,25
16	44	5	1	2	14	10	7	5	4,86%	1,05	1
17	23	5	1	1	1	11	2	2	1,68%	1,23	1,21
18	32	0	1	16	8	6	1	0	3,78%	1,08	1,04
19	14	1	4	0	0	5	2	2	1,75%	1,34	1,31
20	27	7	2	5	1	8	1	3	2,83%	1,2	1,17
21	16	2	1	0	0	6	7	0	1,84%	1,21	1,19
22	32	1	3	9	9	7	3	0	3,84%	1,08	1,04

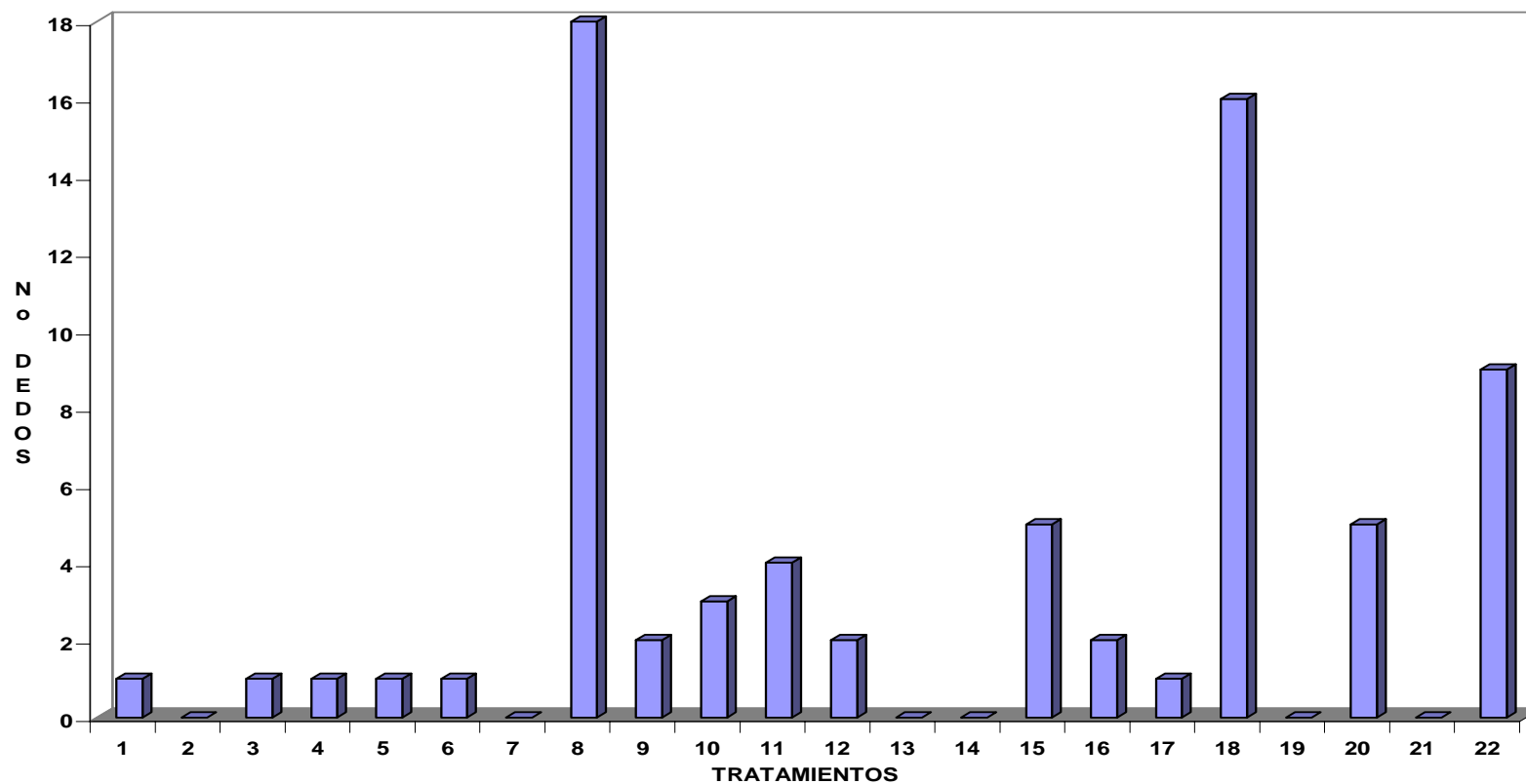


**Gráfico 10. Análisis de merma efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena**

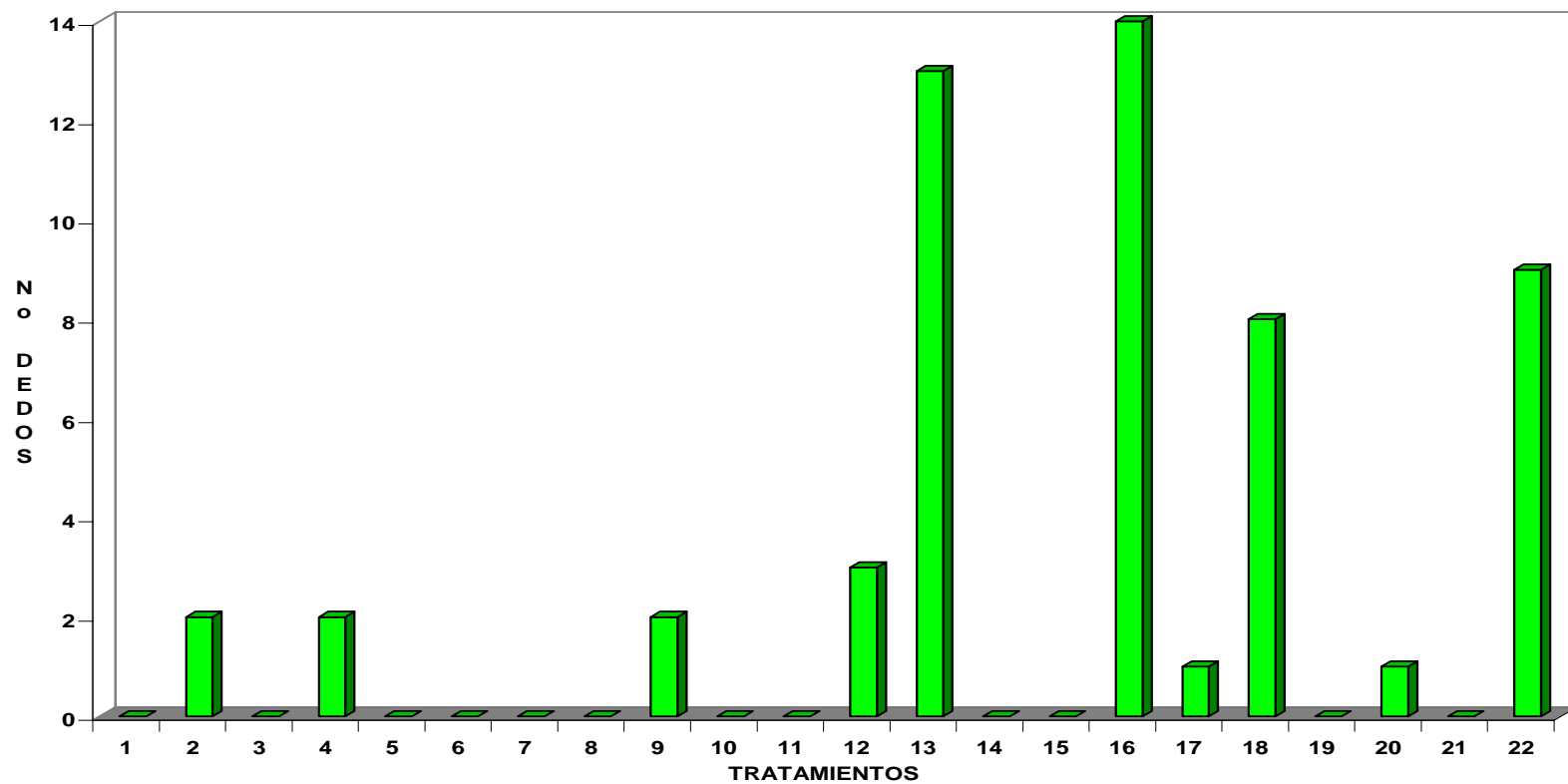


íntimamente relacionados con las aplicaciones de ácido giberélico. Los resultados obtenidos de la evaluación para la formación de dedos muestran que el T8 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s y 200 ppm a las ocho s.d.s), T18 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las 8 s.d.s) y T22 (testigo absoluto), son los que presentan los mayores valores de número de dedos perdidos, 18, 16 y 9 respectivamente. En comparación con el T2, T7, T13, T14, T19 y T21 que no presentaron pérdida de dedos (Ver Gráfico 11).

En la evaluación de largo de dedos los resultados arrojados muestran que el T16 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s), T13 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s.d.s) y T22 (testigo absoluto), son los que presentan los mayores valores de número de dedos perdidos, 14, 13 y 9 respectivamente. En comparación con el T1, T3, T5, T6, T7, T8, T10, T11, T14, T15, T19 Y T 21 que no presentaron pérdida de dedos (Ver Gráfico 12).



**Gráfico11** Análisis de merma (formación de dedos) efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena



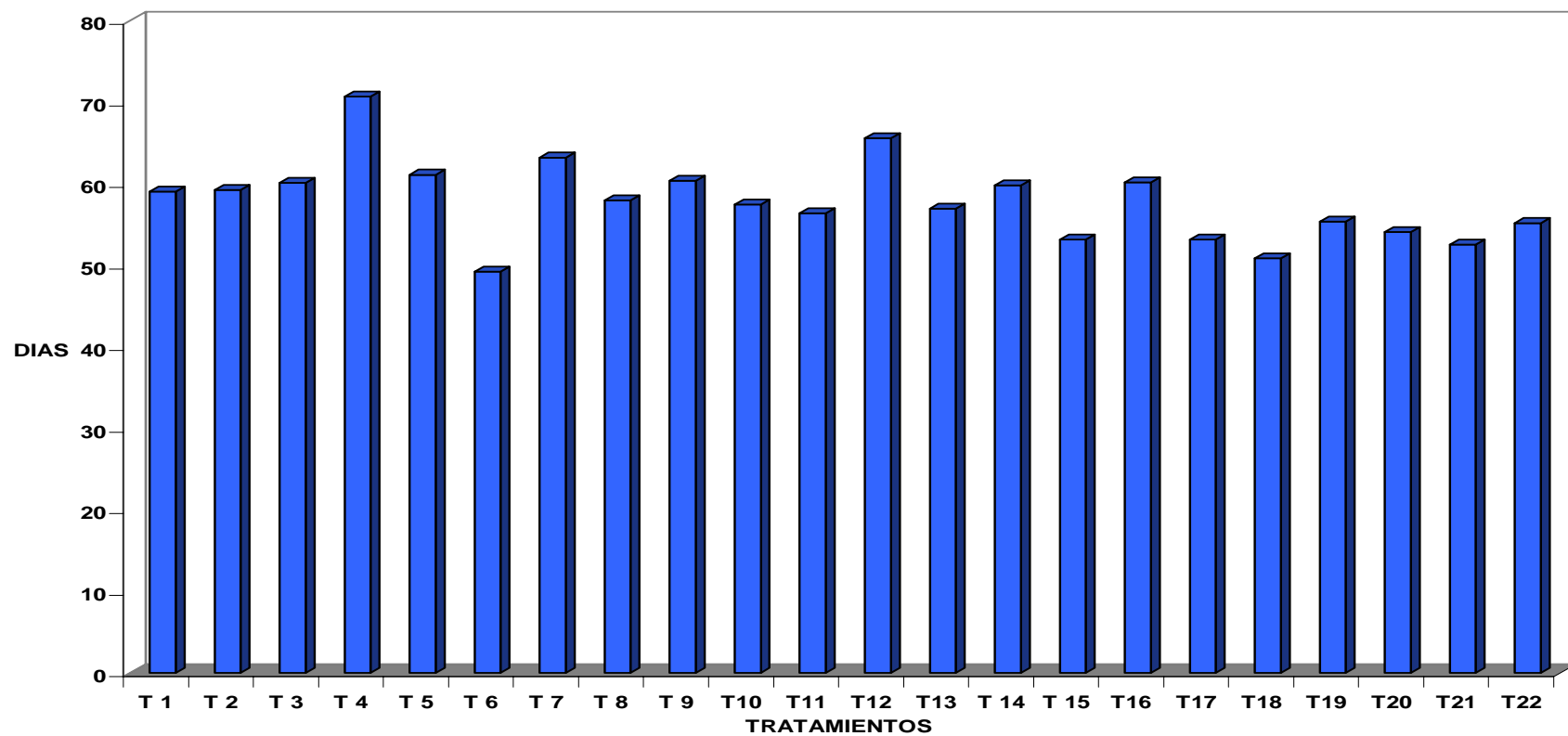
**Gráfico12** Análisis de merma (largo de dedos) efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena

### **3.11 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA VIDA VERDE DE LA FRUTA (días).**

Los resultados obtenidos de vida verde fueron promediados por tratamiento en el número de días que duraron los cluster dentro del contenedor (Ver Tabla 11), dicho análisis muestra que el T4 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 100 ppm a las cuatro s.d.s), T12 (aplicación de 1200 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 300 ppm a las cuatro s.d.s, 300 ppm a las 8 s.d.s y 300 ppm a las doce s.d.s) y T7 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 100 ppm a las 4 s.d.s y 100 ppm a las 8 s.d.s), fueron los que presentaron los mayores valores de días promedio en vida verde, 71, 66 y 63 respectivamente. El tratamiento que presentó el menor valor de días promedio fue el T6 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 300 ppm a las 4 s.d.s) con un promedio de 49 días. Estos resultados se compararon con el promedio arrojado con el T22 (testigo absoluto), de 55 días (Ver Gráfico 13).

**Tabla 11. Evaluación de vida verde de la fruta en días, efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21	T 22
	56	64	43	71	60	90	41	56	56	58	63	62	57	29	83	42	56	25	69	69	70	67
	61	59	71	68	69	69	66	39	67	50	58	73	51	89	69	60	45	27	73	55	63	45
	58	56	23	42	69	41	72	43	88	64	59	63	49	69	63	78	41	36	55	33	55	61
	60	61	55	62	77	45	61	49	78	65	56	81	57	57	58	62	55	28	57	46	79	56
	70	72	59	65	57	91	65	50	63	44	56	55	75	62	53	82	63	68	62	60	59	51
	81	65	49	65	58	85	88	55	77	43	62	62	60	57	36	73	80	50	25	56	57	50
	50	61	57	20	67	54	63	52	58	67	55	64	67	62	55	61	19	46	59	64	52	46
	71	57	62	69	57	39	60	38	50	73	34	73	70	60	61	71	58	68	38	50	54	66
	65	75	64	77	52	50	50	53	58	63	55	64	56	71	41	71	56	68	61	59	39	51
	45	72	77	54	57	54	53	56	43	53	58	59	49	50	54	56	72	65	53	62	53	60
	59	58	67	55	61	61	82	54	40	60	51	74	51	67	52	53	53	63	76	66	32	58
	47	50	64	55	65	50	55	78	40	68	63	75	72	69	62	62	47	68	68	62	53	43
	47	58	63	46	48	46	61	49	55	53	59	68	47	81	50	77	61	46	44	44	56	56
	53	57	64	67	50	65	60	77	66	71	57	58	59	45	48	64	54	47	37	42	48	25
	66	46	77	61	78	71	55	76	68	53	55	59	63	67	37	57	62	31	53	44	50	52
	70	53	67	63	60	73	67	70	59	42	47	59	18	50	43	60	28	29		43	63	75
	41	37		75	56		54	61		69	69		76	54	30	52	52	63		62	35	55
	50	75		60	61		63	71		44	65		59	54	58	45	61	62		41	38	76
	54	64		56	62		78	71		58	49		46	39	46	28	54	64		64	42	
	77	45			58		70	61		51				64	64	49	46	63		59		
Promedio día	59	59	60	71	61	49	63	58	60	57	56	66	57	60	53	60	53	51	55	54	53	55
valor mayor	81	75	77	77	78	91	88	78	88	73	69	81	76	89	83	82	80	68	76	69	79	76
valor menor	41	37	23	20	48	39	41	38	40	42	34	55	18	29	30	28	19	25	25	33	32	25



**Gráfico 13. Análisis de vida verde de la fruta en días, efecto de la aplicación de distintas dosis de ácido giberélico en diferentes épocas de desarrollo en una plantación renovada de banano (Musa AAA) variedad Williams en la Zona Bananera del departamento del Magdalena.**

## **4. DISCUSIÓN**

### **4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA CIRCUNFERENCIA DEL PSEUDOTALLO DE LA MADRE A LA PARICIÓN (centímetros)**

Al realizar el análisis de los resultados para esta variable, se pudo observar que las aplicaciones de ácido giberélico incidieron de manera positiva en el aumento de la circunferencia del pseudotallo, en el gráfico 1 se observa que todos los tratamientos a los que se le aplicó ácido giberélico se encuentran por encima del T22 (testigo absoluto), marcando una diferencia de 4.2 cms. comparado con el T11 (aplicación de 800 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s, 200 ppm a las ocho s.d.s y 200 ppm a las doce s.d.s). A nivel de campo esto indica que cuando la planta presente un mayor diámetro de la circunferencia del pseudotallo, mejor desarrollo tendrá el racimo saliente; lo que se refleja en un mayor aprovechamiento de la fruta y por ende una mejor rentabilidad económica. Esta variable también fue evaluada en el trabajo realizado por CORBANA al aplicar ácido giberélico en plantaciones de banano.

#### **4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE HOJAS A COSECHA**

Al realizar el estudio estadístico el número de hojas a cosecha para los diferentes tratamientos, la investigación no generó diferencia significativa entre los tratamientos usados, sin embargo, al observar los datos obtenidos en el campo (Gráfico 2), encontramos que la diferencia entre el testigo absoluto y T1 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de edad en el vivero), es de 1.4 hojas al momento de la cosecha, esto técnicamente y desde el punto de vista agronómico para el manejo de una plantación bananera es de suma importancia, debido que es un indicativo de que el producto en una dosis de 100 ppm, aplicados a nivel de vivero, es posible que genere una mayor resistencia a los ataques de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*); debido a que lo normalmente encontrado es que una planta llegue a cosecha con un mínimo de 5 a 6 hojas completamente sanas.

#### **4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL PESO DEL RACIMO COSECHADO**

A pesar de no existir diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos aplicados, en el gráfico 3, se nota que el T17 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las 8 s.d.s), en esta investigación se presentó un incremento de (3.26



Kg) ,T17 (27.15 Kg), en comparación con el testigo T22 (23.89 Kg), económicamente es el mejor desde el punto de vista de explotación del cultivo del banano ya que 3 Kg de peso es una gran ganancia por racimo para cualquier productor, por lo tanto, es el de mayor rentabilidad con respecto al testigo y coincide con lo encontrado por CORBANA, (Corporación Bananera Nacional), el cual indica que el AG<sub>3</sub> induce a un mejor peso del racimo con ganancias de hasta 1.4 Kg en promedio por encima del testigo.

#### **4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL NÚMERO DE MANOS Y DEDOS POR RACIMO COSECHADO**

Los resultados obtenidos estadísticamente en el estudio de número de manos cosechadas por racimo entre los diferentes tratamientos resultó no significativo, pero si analizamos los resultados desde el punto de vista de campo, observamos en la grafica 4 que el mejor tratamiento fue el T10 (aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en cuatro épocas: 100 ppm a las cuatro semanas de edad en vivero , 100 ppm a las cuatro s.d.s, aplicación de 100 ppm a las ocho s.d.s, aplicación de 100 ppm doce s.d.s), con una diferencia respecto al testigo de 0.3 manos. Esto aunque es un valor que estadísticamente no es significativo, para el productor sí lo es, debido a que él maneja volúmenes de producción y el factor multiplicador es grande lo que se ve reflejado en una mayor rentabilidad, situación que igualmente es mencionada en el trabajo realizado por CORBANA haciendo aplicaciones de AG<sub>3</sub>.

A nivel estadístico no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el número de dedos cosechados por racimo, sin embargo, cuando se observa el gráfico 5 encontramos que el T17 (aplicación de 200 ppm de  $AG_3$  a las 8 s.d.s), T11 (aplicación de 800 ppm de  $AG_3$  en cuatro épocas: 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s, 200 ppm a las ocho s.d.s y 200 ppm a las doce s.d.s) y T5 (aplicación de 400 ppm de  $AG_3$  en dos épocas : 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 200 ppm a las cuatro s.d.s), generan la misma cantidad y que con respecto al testigo la diferencia es de doce dedos; pero económicamente encontramos que el T17 (aplicación de 200 ppm de  $AG_3$  a las 8 s.d.s), es el mas rentable para el productor por la cantidad de producto aplicado, lo cual es beneficioso, por consiguiente a menor gasto por hectárea mayor rentabilidad habrá en la producción; coincidiendo con lo nombrado por CORBANA en una investigación donde se aplicó  $AG_3$ .

#### **4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA LONGITUD DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA Y ÚLTIMA MANO (centímetros)**

Estadísticamente hablando no existe significancia entre los tratamientos aplicados, sin embargo, se observa en los gráficos 6 y 7 que el mejor tratamiento para esta variable fue el T15 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s. d.s), y con respecto al testigo la segunda mano aumentó 0.6 cms., por consiguiente, podemos afirmar que este aumento de tamaño es beneficioso en la producción, debido a que se incrementa la calidad y peso de la fruta, lo cual incide directamente en la economía del productor bananero.

#### **4.6 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL CALIBRE DE LA FRUTA COSECHADA EN LA SEGUNDA Y ÚLTIMA MANO (grados)**

Aunque no existe diferencia significativa en los tratamientos en el calibre de la segunda mano en la fruta cosechada, en el gráfico 8 observamos que el mejor tratamiento fue el T19 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las doce s.d.s), con una diferencia de 1.4 grados aproximadamente con respecto al testigo, esto es muy importante desde el punto de vista de producción ya que el aumento del calibre en esta sección del racimo induce a una mejor calidad de la fruta y aumento del peso del racimo, lo que se refleja en un mayor aprovechamiento de la fruta, además se

reduce el costo debido a que la cantidad de producto aplicado es muy baja; esta misma relación fue encontrada por CORBANA, utilizando  $AG_3$  en plantaciones de banano.

Estadísticamente no se generó diferencia significativa entre los tratamientos para el calibre de la última mano de la fruta cosechada, sin embargo, en el gráfico 9 se observa que el T12 (aplicación de 1200 ppm de  $AG_3$  en cuatro épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero, 300 ppm a las cuatro s.d.s, 300 ppm a las ocho s.d.s y 300 ppm a las doce s.d.s), genera el mayor calibre con respecto al testigo aumentando en 0.7 grados aproximadamente, esto es importante desde el punto de vista de producción debido a que este aumento incide en el peso y calidad del racimo generando una entrada extra al productor, pero con la desventaja es que esto se obtiene con una dosis muy alta y en diferentes épocas de aplicación generando un aumento en los costos de producción, por tanto, es mas rentable la utilización del T1 (aplicación de 100 ppm de  $AG_3$  a las cuatro semanas de edad en el vivero), manteniéndose aun por encima del T22 (testigo absoluto), lo que coincide con estudios realizados por CORBANA al utilizar  $AG_3$  en plantaciones de banano.

#### **4.7 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN EL ANÁLISIS DE MERMA (porcentaje)**

La merma ocasionada por formación de dedos disminuyó con las aplicaciones de ácido giberélico, aunque en el presente trabajo el T8 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en tres épocas: 200 ppm las cuatro semanas de edad en el vivero, 200 ppm a las cuatro s.d.s y 200 ppm las ocho s.d.s) y T18 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s), superaron en porcentaje de merma al T22 (testigo absoluto), como se observa en el gráfico 11. El resto de los tratamientos arrojaron un porcentaje muy inferior al del testigo, lo que indica que el ácido giberélico sí incide en la formación de los dedos y que por tanto se ve beneficiada la calidad de la fruta. Podemos asegurar que la merma por formación de dedos tiende a ser cero en el T2, T7, T13, T14, T19 Y T21 es decir cuando se hacen aplicaciones de dosis relativamente bajas de ácido giberélico independientemente de la época de aplicación.

Al observar los resultados obtenidos de la merma producida por el largo de dedos encontramos que al compararlos gráficamente (ver gráfico 12), el T22 (testigo absoluto), se encuentra únicamente por encima del T13 (aplicación de AG<sub>3</sub> 100 ppm a las cuatro s.d.s) y T16 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las ocho s.d.s). Técnicamente y desde el punto de vista agronómico esto es de suma importancia debido a que la gran mayoría de los tratamientos han incidido positivamente sobre

la reducción de la merma por el largo de dedos, esto sí lo comparamos con el promedio ponderado de la Zona Bananera del Magdalena que es del 25%, aseguramos que el trabajo fue exitoso para esta variable.

Se pudo establecer con base a lo anteriormente mencionado que la merma se vio influenciada con la aplicación del ácido giberélico, disminuyendo la merma ocasionada por el largo y formación de los dedos, variables que son las que mas beneficios o alteraciones pueden tener con la aplicación de este producto, así destacamos que la merma total encontrada en nuestra investigación se encuentra por debajo del porcentaje normalmente dado en la Zona Bananera del Magdalena, lo que nos lleva a asegurar que la aplicación de este ácido es beneficiosa.

#### **4.8 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON LA APLICACIÓN DE AG<sub>3</sub> EN LA VIDA VERDE DE LA FRUTA (días)**

La vida verde de la fruta para la producción de la Costa Norte Colombiana hasta los mercados internacionales es de 30 días aproximadamente, sin embargo, en la presente investigación al encontrar que ninguno de los tratamientos incluyendo el testigo se encontró por debajo de 30 días, podemos asegurar que el ácido giberélico no actuó de forma esperada en los diferentes tratamientos.

## 5. CONCLUSIONES

- La aplicación de AG<sub>3</sub> incrementa todos los parámetros de producción y calidad evaluados en poscosecha, por cuanto aumenta el número de dedos y manos en el racimo, el calibre en segunda y última mano, igualmente se incrementan los valores de peso del racimo y número de hojas a cosecha.
- La mejor dosis de aplicación en la etapa de vivero es el T1 (aplicación de 100 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro semanas de edad en el vivero).
- Las mejores dosis de aplicación de AG<sub>3</sub> en plantas ya establecidas en campo es la del T15 (aplicación de 300 ppm de AG<sub>3</sub> a las cuatro s. d.s) y T17 (aplicación de 200 ppm de AG<sub>3</sub> a las 8 s.d.s).
- Para aplicaciones de AG<sub>3</sub> en las etapas de vivero y campo son: T5 (aplicación de 400 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas : 200 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 200 ppm a las cuatro s.d.s) y T6 (aplicación de 600 ppm de AG<sub>3</sub> en dos épocas: 300 ppm a las cuatro semanas de edad en el vivero y 300 ppm a las cuatro s.d.s).

- El ácido giberélico incide sobre la disminución de merma en el banano, debido a que actuó positivamente sobre el largo y formación de dedos.
- El ácido giberélico no influyó sobre la extensión de vida verde de la fruta bajo las condiciones experimentales de esta investigación.



## BIBLIOGRAFÍA

- ACORBAT Situación internacional y perspectiva para el manejo de poscosecha de fruta banano: un enfoque de tecnología comercial, XVI reunion internacional acorbat.2004.[http:// www.inibap.org/pdf/IN50649\\_es.pdf+aplicaciones+de+acido+giberelico+en+banano&hl](http://www.inibap.org/pdf/IN50649_es.pdf+aplicaciones+de+acido+giberelico+en+banano&hl).
- AUGURA. (Asociación de bananeros de Colombia) Coyuntura Bananera Colombiana. Primer semestre 2002. En medio magnético. Unidad de Estadística y Análisis Económico. Departamento de Sistemas. Agosto 2002.
- CIAT. (Centro internacional de agricultura tropical), Experimentos con giberelinas, Seminario sobre la identificación de las prioridades en la Investigación de Banano y Plátano. Palmira, Colombia. Septiembre, 1977. p. 94
- CORBANA. (Corporación bananera nacional) Evaluación del ácido giberélico para estimular el crecimiento de Banano (Musa AAA) con sofocamiento foliar: Dirección de investigaciones. Observaciones sobre su efecto en el desarrollo del fruto. Guapiles, Costa Rica.1998. p. 77-84

- CHALHUB, Ricardo. Efecto del ácido giberélico en la fenología de la inflorescencia del palto. [http://www.avocado-source.com/papers/chile\\_papers\\_A-Z/A-B-C/chalhubricardo.1998.htm](http://www.avocado-source.com/papers/chile_papers_A-Z/A-B-C/chalhubricardo.1998.htm)
- FICHET.T. Biosíntesis y modo de acción de las giberelinas. Ingeniería agronómica Departamento de producción agrícola, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile.1998, p. 58
- GUERRERO R. Fertilización de cultivos en clima cálido, Monómeros Colombo Venezolanas Barranquilla, Colombia.1991.p. 13-14-15
- ORTÍZ, Aída. Efecto del ácido giberélico sobre el rendimiento de la variedad de arroz Araure 4. En agronomía tropical, volumen 52. Portuguesa, Venezuela.2002. p. 485-495
- ORTÍZ, Carlos. Caracterización subsector bananero en Colombia, Centro Nacional Agropecuario. Gaira, Magdalena. Septiembre, 2000. p. 16-18,64
- ORTIZ, Luís. et al. El cultivo del Banano. San José de Costa Rica: Euned, 2001. p. 186

- RAHAN MERISTEM: Plant propagation and biotechnology. Westem, Galilee, Israel: Raham Meristem .p. 15
- ROBINSON, J.C. Handbook of banana growing in South Africa, agricultural research council. 1993 p. 128
- RODRIGUEZ, Antonio. El Banano y su desarrollo en Colombia. Bogotá, Gente nueva, 2001. p. 72
- SIERRA, Luís. El cultivo de banano: producción y comercio. Medellín, Colombia. 1993. p. 7-8
- SITUACIÓN Internacional y perspectiva para el manejo en postcosecha de fruta del banano: un enfoque de tecnología comercial. [www.inibap.org/pdf](http://www.inibap.org/pdf).
- SOTO BALLESTEROS, Moisés. Bananos, Cultivo y Comercialización. San José Costa Rica, Lil 1985. .p. 56
- [www.sentir.org/zonas/bosqueseco.htm](http://www.sentir.org/zonas/bosqueseco.htm)

# ANEXO

**Anexo A.** Análisis de Varianza para número de hojas a cosecha

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F.Value	PR > F
Model	25	0.520	0.020	2.21	0.0041
Error	81	0.764	0.009		
Corrected Total	106	1.285			
R - Square 0.405	C.V. 3.195	Root MSE 0.0971	Mean 3.0395		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
TRATAMIENTOS	21	0.339	0.0161	1.71	0.0455	NS

**Anexo B.** Análisis de Varianza para peso del racimo cosechado

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
Model	25	6.341	0.101	2.17	0.0048
Error	81	3.796	0.046		
Corrected Total	106	6.341			
R - Square 0.401	C.V. 4.27	Root MSE 0.2164	Mean 5.0658		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
TRATAMIENTOS	21	1.357	0.064	1.38	0.1541	NS

**Anexo C.** Análisis de Varianza para número de manos por racimo cosechado

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
<b>Model</b>	25	0.0644	0.00257	1.95	0.0131
<b>Error</b>	81	0.106	0.001		
<b>Corrected Total</b>	106	0.171			
<b>R - Square</b> 0.375	<b>C.V.</b> 1.411	<b>Root MSE</b> 0.0363	<b>Mean</b> 2.5742		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
<b>TRATAMIENTOS</b>	21	0.0354	0.00168	1.28	0.2154	NS

**Anexo D.** Análisis de Varianza para número de dedos por racimo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
<b>Model</b>	25	5.095	0.203	2.11	0.0063
<b>Error</b>	81	7.806	0.096		
<b>Corrected Total</b>	106	12.901			
<b>R - Square</b> 0.394	<b>C.V.</b> 3.06	<b>Root MSE</b> 0.3104	<b>Mean</b> 10.123		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
<b>TRATAMIENTOS</b>	21	2.965	0.141	1.47	0.1142	NS



**Anexo E.** Análisis de Varianza para longitud de la fruta cosechada en segunda mano

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
<b>Model</b>	25	0.166	0.0066	1.94	0.0137
<b>Error</b>	81	0.277	0.0034		
<b>Corrected Total</b>	106	0.444			
<b>R - Square</b> 0.374	<b>C.V.</b> 1.134	<b>Root MSE</b> 0.0585	<b>Mean</b> 5.160		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
<b>TRATAMIENTOS</b>	21	0.076	0.0036	1.07	0.3974	NS

**Anexo F.** Análisis de Varianza para longitud de la fruta cosechada en la última mano

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
Model	25	0.157	0.0063	1.02	0.458
Error	81	0.503	0.006		
Corrected Total	106	0.661			
R - Square	C.V.	Root MSE	Mean		
0.238	1.623	0.0788	4.855		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
TRATAMIENTOS	21	0.108	0.0051	0.83	0.677	NS

**Anexo G.** Análisis de Varianza para calibre de la fruta cosechada en la segunda mano

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
Model	25	0.0635	0.00254	0.75	0.7902
Error	81	0.2747	0.0033		
Corrected Total	106	0.338			
R - Square	C.V.	Root MSE	Mean		
0.1878	0.854	0.0582	6.8167		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
TRATAMIENTOS	21	0.0313	0.0014	0.44	0.9820	NS

**Anexo H.** Análisis de Varianza para calibre de la fruta cosechada en la última mano

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	PR > F
Model	25	0.218	0.0087	0.90	0.608
Error	81	0.79	0.00975		
Corrected Total	106	1.009			
R - Square	C.V.	Root MSE	Mean		
0.216	1.489	0.0987	6.6338		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	Signific
TRATAMIENTOS	21	0.154	0.0073	0.76	0.762	NS

## Anexo I. Formato de evaluación de merma de la fruta

FINCAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CODIGOS											
C.I.F	DEFECTOS	Abrev	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Quema sol	QS									
	Corte Cuchillo Parcela	KFE									
	Látex Viejo	LXC									
	Daño Nylon	DN									
	Flores secas	FS									
	Cicatriz	CZ									
	Quema Bolsa	QB									
	Daño Cable	DC									
	Cicatriz Hoja	LF									
	Dedos Gemelos	TF									
	Dedos Peineta	DP									
	TOTAL										
	Porcentaje (%)										
S. AGRICOLAS	Q. Fumigación	QF									
	Spexkling	SPK									
	Oxido Rojo	RR									
	Coláspis	COL									
	Escamas	SC									
	Mokillo	MK									
	Daño insecto	INS									
	Chimera	CH									
	Antracnosis	PM									
	Mosca Guarera	MG									
	Fumagina	SM									
	Acaros	AC									
	Trips	TR									
	Chinche Harinoso	MR									
TOTAL											
Porcentaje (%)											
F. DEDOS	Daño Punta Deforme	DPD									
	Dedos Curvos	D.D									
	Dedos pobres	DPB									
	TOTAL										
Porcentaje (%)											
L. DEDOS	Menor 7,5"										
	Menor 8"										
	Menor 8,5"										
	TOTAL										
Porcentaje (%)											
COSECHA	Látex nuevo	LXN									
	Dedo Rajado Nuevo	SF									
	Maltrato	MAL									
	Daño Punta Nuevo	DPN									
	Quema Fricción	FB									
	Cuello Quebrado	BFL									
	Corte Cuchillo Nuevo	CCN									
	Otros	OTH									
	Fric. Espum. Babero	FEB									
	TOTAL										
Porcentaje (%)											
OTR OS	Bajo calibre	LOW									
	Sobre Calibre	Hi									

EMPACADORA	Dedo Podrido	PD										
	Mancha Madurez	MS										
	Fricción Viento	FV										
	Grasa	GR										
	Polvo /Lodo	P/I										
	Mancha Blanca	MW										
	Daño Animal	AS										
	<b>TOTAL</b>											
	<b>Porcentaje (%)</b>											
	Dedos Buenos	DB										
	Daño x Manjeo	DM										
	Cuello Queb. Desmane	CQD										
	Corte Cuch. Selección	CCS										
	Corte Cuch. Desmane	CCD										
	Fricc. Esponja	FE										
	<b>TOTAL</b>											
	<b>Porcentaje (%)</b>											
	<b>GRAN TOTAL</b>											